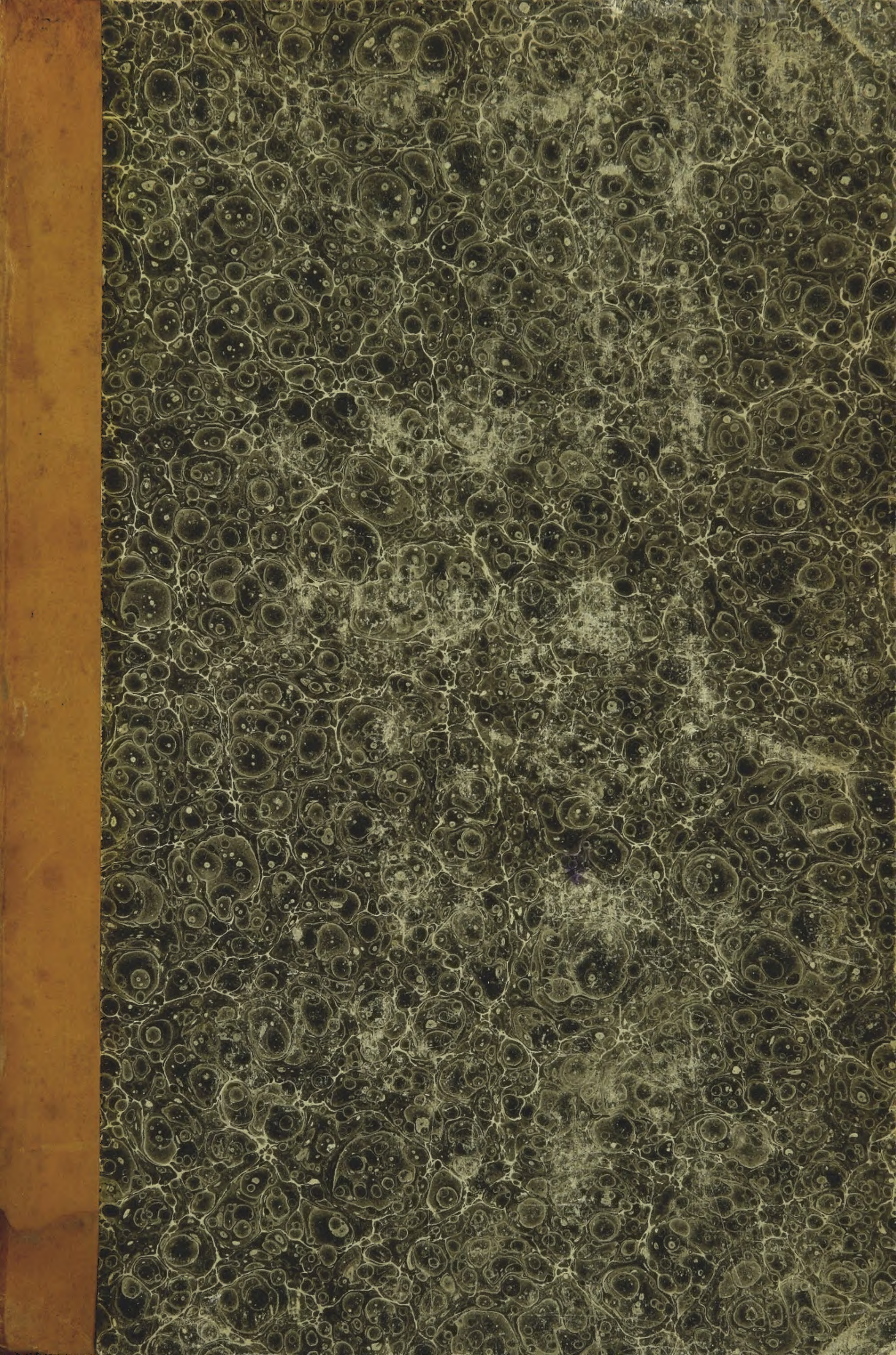


ИЗДАНІЕ
УПРАВЛЕНІЯ ВНУТРЕННИХЪ ВОДНЫХЪ ПУТЕЙ и ШОССЕЙНЫХЪ ДОРОГЪ
(по Отдѣлу Водяныхъ Сообщеній).

# МАТЕРІАЛЫ
# ДЛЯ ОПИСАНІЯ РУССКИХЪ РѢКЪ
и
# ИСТОРІИ УЛУЧШЕНІЯ ИХЪ СУДОХОДНЫХЪ УСЛОВІЙ.

Выпускъ XXXVIII.

## ПРОЕКТЪ
шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ въ связи съ утилизаціей энергіи ихъ паденія.

(Варіантъ Кіевскаго Округа путей сообщенія).

## ТЕКСТЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка, 117.
1912

# ОГЛАВЛЕНІЕ.

## Приложенія:

# ПРЕДИСЛОВІЕ.

Значеніе благоустроенныхъ водныхъ путей въ государственномъ хозяйствѣ столь несомнѣнно, что врядъ ли требуетъ новыхъ доказательствъ; однако, водный путь, лишенный возможности пропускать значительное количество грузовъ изъ районовъ ихъ производства непосредственно на мѣста сбыта или къ морскимъ портамъ, а потому вынужденный обслуживать лишь ограниченный внутренній рынокъ, какъ путь мѣстнаго значенія, не можетъ способствовать развитію промышленности въ той степени, какая обусловливается даже естественнымъ ростомъ экономической жизни орошаемой имъ области.

Поэтому понятно, что главнымъ моментомъ въ улучшеніи всякаго воднаго пути является приспособленіе его для нуждъ значительнаго транзита. Такое приспособленіе можетъ заключаться или въ увеличеніи естественной глубины фарватера, или въ соединеніи даннаго бассейна съ другими сосѣдними бассейнами путемъ устройства промежуточныхъ искусственныхъ участковъ, или, наконецъ, и въ увеличеніи глубинъ и въ соединеніи сосѣднихъ бассейновъ одновременно.

Днѣпръ, какъ вообще рѣки со значительными порогами, долженъ разсматриваться въ судоходномъ отношеніи, какъ два независимыхъ бассейна, изъ которыхъ одинъ, длиною всего около 280 верстъ, обладаетъ довольно значительными естественными глубинами и примыкаетъ къ морскому порту—Херсону, другой, гораздо болѣе обширный, допускаетъ лишь мѣстный

грузооборотъ и обладаетъ меньшими, но все же допускающими выгодное судоходство, глубинами фарватера. Преградой, раздѣляющей оба бассейна, являются непроходимые для взводнаго судоходства и опасные для сплава пороги между гг. Екатеринославомъ и Александровскомъ. Если бы не было этихъ пороговъ, то экономическая и промышленная жизнь всего Приднѣпровья могла бы, несомнѣнно, развиваться несравненно успѣшнѣе, чѣмъ нынѣ. Понятны поэтому многочисленныя ходатайства цѣлаго ряда общественныхъ и промышленныхъ организацій о приведеніи пороговъ въ судоходное состояніе.

Къ сожалѣнію, высокая стоимость подобныхъ работъ препятствовала до сихъ поръ осуществленію многочисленныхъ проектовъ этого рода, и только въ послѣднее время идея утилизаціи гидравлической энергіи пороговъ дала новое освѣщеніе всему вопросу.

Имѣя въ виду, что подобнаго рода проекты имѣютъ несомнѣнное государственное и общественное значеніе, Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ признало необходимымъ дать заинтересованнымъ учрежденіямъ и лицамъ возможность ознакомиться заранѣе съ предположеніями Министерства Путей Сообщенія по данному вопросу. Выпускъ XXVI «Матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ» былъ посвященъ эскизному проекту шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ, составленному въ 1911 году, а настоящій выпускъ даетъ описаніе новаго варіанта того же проекта; варіантъ этотъ составленъ въ 1912 году на основаніи самыхъ послѣднихъ детальныхъ изысканій и получилъ одобреніе Инженернаго Совѣта.

Имѣя въ виду, что не всѣ читатели настоящаго выпуска знакомы съ проектомъ 1911 года, Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ сочло полезнымъ включить и въ настоящій выпускъ краткое описаніе этого проекта, тѣмъ болѣе, что многія части его вошли въ варіантъ 1912 года почти безъ измѣненій, другія же части, существенно измѣненныя въ варіантѣ, не безинтересны все же для читателя, хотя бы для того,

чтобы легче уяснить тѣ задачи, которыя поставили себѣ авторы варіанта. Конечно, варіантъ 1912 года, въ случаѣ его осуществленія, можетъ потребовать еще разъ переработки деталей, особенно въ части, касающейся гидроэлектрическихъ устройствъ, но главныя положенія его, повидимому, обоснованы достаточно солидно какъ съ технической, такъ и съ экономической стороны.

Что касается объема изданія, то Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ стремилось къ тому, чтобы, не вдаваясь во всѣ подробности расчетовъ, дать читателю ясное понятіе о характерѣ и стоимости проектируемыхъ сооруженій.

---

# ВВЕДЕНІЕ.

Днѣпровскіе пороги обязаны своимъ происхожденіемъ южно-русской гранитной полосѣ, въ предѣлахъ которой Днѣпръ течетъ на протяженіи отъ Кременчуга до Никополя. Особенно изобилуетъ выходами гранита участокъ отъ Кременчуга до Александровска (250 верстъ); ниже Александровска гранитъ залегаетъ подъ ложемъ рѣки на довольно значительной глубинѣ и нигдѣ не встрѣчается въ берегахъ.

Однако, и первый участокъ дѣлится на двѣ характерныя части: область такъ называемыхъ заборъ—отъ Кременчуга до г. Екатеринослава—и область пороговъ—отъ Екатеринослава до Александровска.

По существу и забора, и порогъ представляютъ каменныя гряды, въ видѣ безпорядочной массы гранитныхъ выступовъ и отдѣльныхъ камней, образовавшіяся въ руслѣ рѣки вслѣдствіе многовѣковаго разрушенія текучей водой болѣе слабыхъ прослойковъ и жилъ коренныхъ гранитныхъ пластовъ.

Если такая гряда преграждаетъ русло рѣки по всей его ширинѣ и, вслѣдствіе этого, вызываетъ большой перепадъ всего потока, то это мѣсто называется «порогомъ»; если же значительная часть рѣки (по ширинѣ) болѣе или менѣе свободна отъ подобныхъ преградъ и, слѣдовательно, перепадъ невеликъ и существуетъ не по всей ширинѣ потока, то такой участокъ называется «заборой».

Конечно, бываютъ случаи, когда забора занимаетъ столь значительную часть рѣки, что нѣкоторые изслѣдователи могутъ причислить ее къ порогамъ; однако, главныхъ пороговъ, извѣстныхъ уже нѣсколько столѣтій, принято считать лишь девять.

Главныя, характеризующія ихъ, данныя приводятся въ слѣдующей таблицѣ.

| Верстъ отъ г. Екатеринослава. | НАЗВАНІЯ ПОРОГОВЪ. | Длина порога (саж.) | Паденіе на протяженіи порога при горизонтѣ —0,44 с. по Лоцм.-Кам. рейкѣ *) (саж.). | Средній уклонъ на протяженіи порога. | Наибольшія наблюдавшіяся поверхностныя скорости теченія при меженнихъ горизонтахъ (отъ — 0,04 до — 0,24 по Лоцм.-Кам. рейкѣ) футовъ въ секунду **). |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | Старо-Кайдакскій . | 240 | 0,850 | 0,00354 | 7,00 |
| 25 | Сурскій . . . . . . . | 40 | 0,236 | 0,00590 | 6,58 |
| 26 | Лоханскій . . . . | 150 | 0,791 | 0,00529 | 17,50 |
| 31 | Звонецкій . . . . | 110 | 0,554 | 0,00504 | 8,12 |
| 38 | Ненасытецкій . . . | 410 | 2,577 | 0,00628 | 13,44 |
| 51 | Волнигскій . . . . | 365 | 1,523 | 0,00417 | 10,43 |
| 55 | Будиловскій . . . | 150 | 0,490 | 0,00327 | 9,10 |
| 72 | Лишній . . . . . . | 70 | 0,120 | 0,00171 | 6,44 |
| 76 | Вильный . . . . . | 420 | 0,837 | 0,00200 | 8,40 |
| — | Для всѣхъ девяти пороговъ . . . . | 1.955 | 7,978 | 0,00408 | — |

*) Отмѣткѣ—0,44 саж. по Лоцманско-Каменскому водомѣрному посту соотвѣтствуетъ такъ называемый средне-низкій меженній горизонтъ.

**) По наблюденіямъ съ помощью поплавковъ въ іюлѣ и августѣ 1894 г.

Наблюденія при весеннихъ водахъ 1895 года дали такія наибольшія величины поверхностныхъ скоростей:

| Названіе порога. | Показанія Лоцманско-Каменской рейки (саж.). | Поверхностная скорость въ футахъ въ секунду. |
|---|---|---|
| Старо-Кайдакскій | 2,46 | 13,44 |
| Сурскій | 2,23 | 15,64 |
| Лоханскій | 2,06 | 29,05 |
| Звонецкій | 1,75 | 12,25 |
| Ненасытецкій | 1,24 | 17,50 |
| Волнигскій | 2,34 | 16,10 |
| Будиловскій | 2,06 | 14,63 |
| Лишній | 2,00 | 7,98 |
| Вильный | 1,50 | 13,44 |

Для сравненія можно указать, что у гор. Екатеринослава наибольшая поверхностная скорость теченія, при горизонтѣ 2,09 саж. по Лоцм.-Кам. рейкѣ, опредѣлена наблюденіями въ 9,31 фут. въ сек.

Въ плесахъ между порогами, при средне-низкомъ горизонтѣ воды, поверхностные уклоны колеблются въ предѣлахъ отъ 0,00009 до 0,00047, а наибольшія поверхностныя скорости отъ 0,74 до 3,54 фута въ сек.

Общее паденіе Днѣпра при средне-низкомъ горизонтѣ отъ Екатеринослава до Александровска (92 версты) достигаетъ 16,07 саж., а собственно порожистой части — отъ верха Старо-Кайдакскаго порога до низа Вильнаго порога (61 верста 200 саж.)— 14,48 саж.

Указанными девятью порогами не исчерпываются опасныя для сплава мѣста.

Въ 8 верстахъ ниже Вильнаго порога, близъ колоніи Кичкассъ, Днѣпръ суживается въ крутыхъ скалистыхъ берегахъ до 85 саженъ и дѣлаетъ крутой поворотъ почти на 70°. Хотя глубина достигаетъ здѣсь 15 саженъ, однако при весеннихъ рас-

ходахъ скорости теченія здѣсь достигаютъ 20 фут. въ секунду, что въ связи съ крутымъ поворотомъ (это мѣсто называется «Школа») дѣлаетъ этотъ участокъ едва ли не болѣе опаснымъ, чѣмъ всѣ пороги.

Кромѣ пороговъ, между Екатеринославомъ и Александровскомъ имѣется цѣлый рядъ заборъ, изъ которыхъ болѣе затруднительны для судоходства слѣдующія:

Архіерейская, Стрѣличья, Богатырская, Тягинка, Голодаева, Сторублевая, Кривая, Сѣренькая, Крячина и Явленая. Таковы тѣ препятствія, которыя лишаютъ Днѣпръ значенія важнаго транзитнаго пути, который могъ бы связать богатѣйшія области Россіи съ портами Чернаго моря.

Если Днѣпръ, занимающій, по общему протяженію и по площади своего бассейна, третье мѣсто среди рѣкъ Европы, послѣ Волги и Дуная, не могъ до сихъ поръ достичь соотвѣтствующаго значенія въ отношеніи грузооборота, то главной причиной тому являются пороги.

Насколько велика потребность въ водномъ пути для Приднѣпровья, видно хотя бы изъ того, что бассейнъ средняго Днѣпра, отрѣзанный порогами отъ естественнаго выхода для грузовъ къ Херсонскому порту, все же обладаетъ паровымъ флотомъ численностью ок. 230 судовъ съ общей грузоподъемностью до 800.000 пуд. и непаровымъ—численностью около 1.200 судовъ съ полной грузоподъемностью до 18 милл. пудовъ*); флотъ этотъ вдвое болѣе того, который существовалъ здѣсь же двадцать лѣтъ тому назадъ. Столь значительный флотъ вынужденъ, благодаря порогамъ, обслуживать лишь мѣстный грузооборотъ, такъ какъ грузы, слѣдующіе воднымъ путемъ къ Черному морю, могутъ поступить на Днѣпръ не выше Александровска и, стало быть, имѣютъ возможность пользоваться рѣчнымъ путемъ на протяженіи всего около 280 верстъ (Александровскъ—Херсонъ); если учесть стоимость перегрузки съ же-

*) По переписи 1906 года.

лѣзной дороги на суда, то понятно, что для большинства грузовъ бассейна средняго Днѣпра оказывается болѣе выгоднымъ путь исключительно желѣзнодорожный съ выходомъ къ морю въ Николаевѣ или Бердянскѣ.

Между тѣмъ, если бы Днѣпровскіе пороги допускали возможность правильнаго судоходства въ обѣ стороны и скорости теченія въ нихъ не превосходили 5—6 верстъ въ часъ, то схема движенія грузовъ могла бы рѣзко измѣниться. Г. Екатеринославъ, лежащій непосредственно выше порожистой части, представляетъ одинъ изъ крупнѣйшихъ по грузообороту узловъ всей сѣти русскихъ желѣзныхъ дорогъ; въ частности, линія Екатеринославъ—Синельниково — Александровскъ пропускаетъ ежегодно количество грузовъ, исчисляемое многими десятками милліоновъ пудовъ, и отправленіе отъ Александровска внизъ по Днѣпру втрое превышаетъ поступленіе грузовъ съ средняго Днѣпра на Екатеринославъ. Въ годы наименьшаго оживленія (напр., 1906 г.) Екатеринославъ получилъ съ Днѣпра менѣе 4-хъ милл. пудовъ, а Александровскъ отправилъ по нижнему Днѣпру болѣе 10-ти милл. пудовъ разнаго груза въ судахъ (грузы въ плотахъ совершенно не приняты въ расчетъ, такъ-какъ ниже Александровска количество ихъ совершенно ничтожно).

При свободномъ проходѣ судовъ черезъ пороги грузы Екатеринославскаго района имѣли бы два выхода къ Черному морю: по желѣзной дорогѣ на Николаевъ—разстояніе ок. 370 верстъ, и по Днѣпру на Херсонъ—разстояніе ок. 380—400 верстъ.

Если принять средніе фрахты, существовавшіе на нижнемъ Днѣпрѣ за послѣдніе года, то стоимость перевозки указаннымъ воднымъ путемъ 1.000 пудовъ хлѣба отъ Екатеринослава до Херсона должна быть отъ 35 до 60 рублей, а въ среднемъ около 50 рублей; если же принять во вниманіе, что, послѣ обезпеченія возможности правильнаго судоходства черезъ пороги съ осадкой въ 10 четв. аршина, конкурренція судовладѣльцевъ заставитъ ихъ строить по примѣру Волги большемѣрныя же-

лѣзныя баржи, грузоподъемностью 100—150 тыс. пудовъ и болѣе, то смѣло можно разсчитывать на сильное пониженіе фрахтовъ, такъ что указанныя выше цифры могутъ упасть до 20—25 руб., а, можетъ быть, и еще ниже. Съ другой стороны желѣзная дорога можетъ исполнить перевозку того же груза отъ Екатеринослава до Николаева, при безубыточномъ тарифѣ около $^1/_{60}$ к. съ пудо-версты, за 61 руб. 65 коп., т. е. немного дороже самаго высокаго существующаго рѣчного фрахта и на 200% дороже возможнаго будущаго фрахта. Еще больше будетъ разница въ стоимости рѣчного и желѣзнодорожнаго провоза грузовъ, поступающихъ непосредственно съ мѣстъ производства на пристани верхняго и средняго Днѣпра и его притоковъ; между тѣмъ, нынѣ эти грузы вынуждены переходить не далѣе Екатеринослава на желѣзныя дороги, и одна эта перегрузка обходится приблизительно столько же, сколько стоятъ лишнія 50 верстъ пробѣга по жел. дорогѣ.

Такого приблизительнаго подсчета достаточно, чтобы объяснить тотъ интересъ, съ которымъ издавна относились и относятся представители торговли и промышленности къ вопросу объ открытіи для судоходства Днѣпровскихъ пороговъ. Естественно, что и города, и земства также не могли оставаться равнодушными къ мѣропріятіямъ, которыя несомнѣнно должны способствовать поднятію экономическаго благосостоянія края.

Нельзя также не отмѣтить, что сплошной водный путь, пересѣкающій, на протяженіи отъ Смоленска до устья, восемь желѣзныхъ дорогъ (въ Смоленскѣ, Жлобинѣ, Рѣчицѣ, Кіевѣ, Черкассахъ, Кременчугѣ, Екатеринославѣ и Александровскѣ), можетъ имѣть, несомнѣнно, весьма крупное стратегическое значеніе, такъ какъ провозоспособность его весьма велика, и для обезпеченія ея достаточно небольшой охраны у сооруженій на порогахъ.

Интересно вкратцѣ прослѣдить исторію вопроса о мѣрахъ помощи судоходству въ Днѣпровскихъ порогахъ.

До послѣдней четверти XVIII-го вѣка пороги представляли неодолимое препятствіе даже для сплава, и лишь запорожскіе казаки умѣли сплавлять черезъ пороги свои небольшіе челны. Присоединеніе къ Россіи Новороссійскаго края выдвинуло на очередь вопросъ о проводкѣ черезъ Днѣпровскіе пороги огромнаго количества матеріаловъ, особенно лѣса, необходимыхъ для возникающихъ городовъ и, главнымъ образомъ, для созданія на Черномъ морѣ военнаго флота.

Поэтому первой заботой правительства было изслѣдованіе и возможное улучшеніе казацкаго судового хода. Въ 1785—87 годахъ было учреждено постоянное общество лоцмановъ для провода судовъ черезъ пороги, а нѣкоторые наиболѣе опасные камни были по мѣрѣ возможности взорваны порохомъ.

Затѣмъ, въ 1799—1805 гг. былъ устроенъ на Ненасытецкомъ порогѣ обходный каналъ съ двумя шлюзами; въ 1805—10 гг. устроены открытые обходные каналы въ порогахъ Кайдакскомъ, Сурскомъ и Лоханскомъ.

Однако, очевидно, что обходъ съ помощью шлюзованныхъ каналовъ лишь нѣкоторыхъ пороговъ отнюдь не могъ обезпечить судамъ проходъ черезъ остальную порожистую часть, а потому судоходство фактически не могло воспользоваться этими сооруженіями, которыя поэтому были заброшены и съ теченіемъ времени пришли въ полную негодность.

Въ 1826 году былъ составленъ полный проектъ улучшенія пороговъ путемъ устройства ряда каналовъ—открытыхъ для сплавного судоходства и шлюзованныхъ для взводнаго. Однако потребность взводнаго судоходства не была признана доказанной, и осуществлено было (въ 1833—1854 гг.) лишь устройство открытыхъ каналовъ для облегченія сплава.

Общая длина всѣхъ этихъ каналовъ превышала 4 версты, стоимость около 2-хъ милл. рублей. Они не вполнѣ оправдали свое назначеніе, такъ какъ, будучи расположены въ сторонѣ отъ естественнаго фарватера, представляли значительное затрудненіе для входа въ нихъ, да и размѣры ихъ поперечнаго сѣ-

ченія—10 саж. ширины и 0,5 саж. глубины отъ самаго низкаго горизонта—обусловливаютъ въ нихъ весьма значительныя скорости теченія и рискъ удара судовъ объ ограждающія дамбы; все же каналы эти работаютъ до настоящаго времени и даютъ возможность сплава при такихъ низкихъ горизонтахъ воды въ Днѣпрѣ, когда казацкій (т.-наз. старый) ходъ уже совершенно непроходимъ по недостаточности глубины на немъ. На практикѣ это удлиняетъ періодъ сплавной навигаціи, по крайней мѣрѣ, на 1½ мѣсяца.

Затѣмъ послѣдовалъ цѣлый рядъ проектовъ, явившихся результатомъ постоянныхъ ходатайствъ судоходцевъ объ улучшеніи пороговъ. Перечислимъ ихъ въ хронологическомъ порядкѣ.

| | | |
|---|---|---|
| 1872 г.— | проектъ | Х-го (нынѣ Кіевскаго) округа п. с. |
| 1873 г.— | » | инж-овъ Лескевича и Митрофанова. |
| 1890 г.— | » | инж-овъ Головачева и Сулковскаго. |
| 1893 г.— | » | инж. Лелявскаго. |
| 1894 г.— | » | инж. Тимонова. |
| 1897 г.— | » | инж. Липина. |

Всѣ эти проекты весьма различные и по основнымъ заданіямъ и по способамъ, предлагаемымъ для достиженія намѣченной цѣли, не получили дальнѣйшаго движенія и лишь послужили къ разностороннему освѣщенію вопроса.

Отмѣтимъ еще, что въ 1884 году былъ сдѣланъ опытъ туэрной тяги въ порогахъ, но кончился полной неудачей: туэръ съ большимъ трудомъ прошелъ два перевала Ненасытецкаго порога, а на третьемъ перевалѣ зарылся носомъ въ волну, былъ залитъ и съ трудомъ отведенъ назадъ; возможно, что дальнѣйшіе опыты туажа были бы удачнѣе, но предприниматель не обладалъ достаточными для этого средствами; впрочемъ, слѣдуетъ думать, что паровая туэрная тяга при столь тяжелыхъ условіяхъ врядъ ли могла бы оказаться настолько дешевой, чтобы отвлечь на Днѣпръ грузы съ желѣзныхъ дорогъ.

Въ 1893 году специальная комиссія, изслѣдовавшая пороги и давшая основныя заданія для проекта инж. Тимонова, указала на желательность использованія энергіи паденія воды на плотинахъ для тяги судовъ, дѣйствія шлюзныхъ механизмовъ и нуждъ частной промышленности, и инж. Тимоновъ предусматривалъ въ своемъ проектѣ устройство электрическаго туажа.

Первый схематическій проектъ улучшенія условій судоходства въ порогахъ и одновременной широкой утилизаціи энергіи паденія воды былъ составленъ въ 1904—05 годахъ инженерами Максимовымъ и Графтіо. Проектъ этотъ, за отсутствіемъ спеціальныхъ и точныхъ изысканій, не могъ, конечно, претендовать на точность экономическихъ подсчетовъ, но все же далъ полное основаніе утверждать, что устройство при плотинахъ гидроэлектрическихъ станцій должно оказаться весьма выгоднымъ и отнюдь не противорѣчитъ интересамъ судоходства.

Дальнѣйшій толчекъ въ этомъ направленіи былъ данъ пожеланіемъ Государственнаго Совѣта—при разсмотрѣніи смѣты расходовъ управленія в. в. п. и ш. д. на 1909 г.—чтобы шлюзованіе Днѣпровскихъ пороговъ было поставлено, по возможности, на ближайшую очередь среди другихъ проектовъ капитальнаго улучшенія водныхъ путей Россіи.

## Проектъ 1911 г. (инж-овъ Рундо и Юскевича).

Въ 1910 году были произведены новыя дополнительныя изысканія и къ 1911 году былъ составленъ инженерами Рундо и Юскевичемъ эскизный, но довольно подробно разработанный проектъ шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ въ связи съ утилизаціей энергіи ихъ паденія.

Задача, поставленная составителямъ этого проекта, была гораздо труднѣе, чѣмъ въ прежнихъ проектахъ. Надо было не только намѣтить и спроектировать шлюзы и плотины для обезпеченія нуждъ судоходства, но и найти наивыгоднѣйшія условія для утилизаціи энергіи паденія воды на этихъ сооруженіяхъ, а также принять всѣ мѣры къ тому, чтобы подпоръ воды, создаваемый плотинами, не вызвалъ слишкомъ большихъ затопленій прибрежныхъ селеній и угодій. Эта сторона дѣла не всегда исчерпывается одними подсчетами стоимости отчужденія затопляемыхъ пространствъ; приходится считаться съ тѣмъ, что, напримѣръ, нельзя допускать подтопленія церквей и кладбищъ, а затопленіе цѣлыхъ селеній иногда не можетъ быть ликвидировано одной уплатой матеріальныхъ убытковъ жителей и можетъ угрожать крупными осложненіями.

Если не считаться съ этимъ обстоятельствомъ, то, вообще говоря, самымъ выгоднымъ и удобнымъ для судоходства было бы устройство плотинъ *ниже* крупныхъ пороговъ; тогда эти пороги оказались бы въ области наибольшаго затопленія и, слѣдовательно, глубины на нихъ были бы весьма значительны, а ско-

рости теченія—невелики; шлюзы, помѣщенные рядомъ съ плотинами, выходили бы нижнимъ концомъ въ хорошій плесъ и, стало быть, не было бы необходимости въ устройствѣ длинныхъ каналовъ въ обходъ пороговъ. Правда, высота плотинъ была бы значительна, но это все же не вызывало бы такихъ крупныхъ затратъ, какъ на обходные каналы.

Къ сожалѣнію, въ виду указанныхъ выше соображеній, а мѣстами и по причинамъ чисто—техническаго характера (суженіе рѣки ниже порога до такихъ размѣровъ, при которыхъ постройка здѣсь плотины слишкомъ стѣсняла бы проходъ весеннихъ водъ и вызывала бы чрезвычайно большія скорости теченія, опасныя для самой плотины), инженерамъ Рундо и Юскевичу пришлось, руководствуясь имѣвшимися въ ихъ распоряженіи не особенно подробными данными, назначать мѣста для постройки плотинъ *выше* крупныхъ пороговъ и, стало быть, для обхода порога устраивать довольно длинные деривационные каналы со шлюзами.

На всемъ порожистомъ участкѣ Днѣпра намѣчено было, такимъ образомъ, четыре плотины, а именно у пороговъ: Сурско-Лоханскихъ, Ненасытецкаго, Волнигскаго и Вильнаго.

Высота плотинъ была назначена съ такимъ расчетомъ, чтобы при самыхъ неблагопріятныхъ условіяхъ, т. е. при самой низкой водѣ, глубина судового хода на всемъ шлюзуемомъ участкѣ до г. Екатеринослава была не менѣе 0,92 саж. = 11 четв. арш. (на Богатырской заборѣ), а расчистками нѣкоторыхъ заборъ (Архіерейской, Богатырской, Сторублевой) можно было достичь транзитной глубины не менѣе 1,10 саж.=13 четв. 1 верш. (на Будиковскомъ порогѣ).

Обходные шлюзовые каналы были проектированы у Ненасытецкаго и Волнигскаго пороговъ по правому берегу, а у Сурско-Лоханскихъ и Вильнаго пороговъ—по лѣвому; ширина каналовъ по дну—20—25 саженъ, глубина—въ самыхъ мелкихъ частяхъ и при самой малой водѣ—не менѣе 1,20 саж.

Передъ входомъ въ шлюзъ каналы, на протяженіи около 100 саж., имѣли ширину не менѣе 35 саж. по дну для удобства

вводки каравановъ въ шлюзъ. Вся длина каналовъ, отъ устья канала до шлюза, составляетъ около $1^{1}/_{2}$ версты на Вильномъ порогѣ и около 2 верстъ на каждомъ изъ остальныхъ трехъ пороговъ.

Въ планѣ каналы, по необходимости, были приноровлены къ очертанію скалистаго берега; поэтому въ нихъ имѣлись кривые участки съ радіусомъ закругленія не менѣе 200 саж. Однако, расширенные участки передъ шлюзами назначались вездѣ прямолинейными.

На большей части протяженія каналы проектировались въ сплошной скалѣ; поэтому для уменьшенія объема работъ стѣнки выемки каналовъ предполагались крутыми (уклонъ въ $^{1}/_{3}$). Тамъ, гдѣ каналъ примыкаетъ одной стороной къ рѣкѣ, устраивались ограждающія стѣнки изъ каменной кладки на цементѣ. Выходы изъ шлюзовъ въ нижніе плеса ограждались дамбами изъ каменной отсыпи или земли съ укрѣпленіемъ откосовъ мостовою.

Такъ какъ гидроэлектрическія станціи приходилось помѣщать въ нижнихъ частяхъ деривaціонныхъ каналовъ, вблизи шлюзовъ, то по этимъ каналамъ предполагалось пропускать и всю массу воды, необходимую для работы турбинъ *). Въ виду этого приходилось мириться съ довольно значительной скоростью теченія въ каналахъ отъ входа до турбинной станціи, что представляло одну изъ наиболѣе слабыхъ сторонъ даннаго проекта.

Авторы проекта, основываясь на опытѣ нѣкоторыхъ существующихъ въ Зап. Европѣ сооруженій подобнаго рода, приняли, какъ предѣлъ, не особенно стѣсняющій судоходство, среднюю скорость теченія въ 3,6 фута въ секунду, что приблизительно соотвѣтствуетъ скорости на поверхности около $4^{1}/_{2}$ верстъ въ часъ. Такая, довольно значительная, скорость тече-

*) Устройство отдѣльныхъ каналовъ, подводящихъ воду къ турбинамъ, было бы чрезвычайно дорого вслѣдствіе необходимости выемки ихъ въ высокихъ скалистыхъ берегахъ на протяженіи, почти равномъ длинѣ судоходныхъ деривaціонныхъ каналовъ, т. е. всего до 6 верстъ.

нія въ двухверстномъ каналѣ, по которому могутъ двигаться одновременно навстрѣчу другъ другу и караваны судовъ, и плоты, требовало бы, конечно, особенной осторожности отъ судоуправителей во избѣжаніе столкновеній или удара объ откосы канала.

Шлюзы устраивались какъ уже было сказано, въ нижней части обходныхъ каналовъ. Въ каждомъ каналѣ помѣщалась пара шлюзовъ, одинъ рядомъ съ другимъ. Большій шлюзъ имѣлъ въ длину 90 саженъ и въ ширину 7,5 саженъ (отверстіе воротъ въ свѣту); меньшій—45 саж. въ длину и 7,5 саж. въ ширину; глубина на короляхъ обоихъ шлюзовъ при самой низкой водѣ не менѣе 8 футовъ=1,14 саж.=13½ четв. аршина.

Большой шлюзъ предназначался главнымъ образомъ для пропуска каравановъ большемѣрныхъ судовъ, идущихъ за пароходомъ; поэтому длина его была назначена съ такимъ расчетомъ, чтобы въ него помѣщались, напр., двѣ берлины по 30 с. каждая и буксирный пароходъ, или, если на Днѣпрѣ появятся въ будущемъ суда волжскаго типа,—двѣ баржи по 40—45 саж., причемъ буксирующій ихъ пароходъ могъ бы шлюзоваться одновременно съ ними въ маломъ шлюзѣ.

Малый шлюзъ предназначался главнымъ образомъ для плотовъ, причемъ въ немъ могли бы помѣститься двѣ гребенки по 18 саж. длины каждая; затѣмъ, этимъ же малымъ шлюзомъ пользовались бы товаро-пассажирскіе пароходы при встрѣчѣ или обгонѣ ими грузовыхъ каравановъ.



Большой шлюзъ вездѣ располагался ближе къ рѣкѣ, а малый ближе къ берегу; такое расположеніе оказывается экономичнымъ въ томъ отношеніи, что для большого шлюза необходимо имѣть съ каждаго конца двѣ водопроводныя галлереи (для наполненія и опорожненія шлюза) — въ оградительной рѣчной стѣнкѣ и въ средней стѣнкѣ, раздѣляющей оба шлюза; малый же шлюзъ можетъ обслуживаться лишь одной галлереей, въ той же средней стѣнкѣ; такимъ образомъ отпадала необходимость пробивать вторую галлерею въ сплошной береговой скалѣ.

Подпоры воды на шлюзахъ предполагались весьма значительные, какъ видно изъ слѣдующей таблицы:

| Наименованіе шлюзовъ. | Подпоры при самой высокой водѣ (саж.). | Подпоры при самой низкой водѣ. | Высота стѣнъ шлюза (въ саж.). |
|---|---|---|---|
| Сурско-Лоханскій | 1,94 | 2,81 | 6,21 |
| Ненасытецкій | 2,74 | 4,16 | 7,10 |
| Волнигскій | 2,21 | 4,31 | 8,02 |
| Вильный | 1,50 | 3,91 | 7,66 |

Водопроводнымъ галлереямъ шлюзовъ предполагалось дать такіе размѣры, чтобы при наибольшемъ подпорѣ, т. е. при самыхъ низкихъ водахъ, время опорожненія каждаго шлюза (все равно большого или малаго) не превосходило 12—13 минутъ, а время наполненія—8 минутъ; при высокихъ водахъ цифры эти могли бы сильно уменьшиться.

При такихъ условіяхъ большой шлюзъ могъ бы пропустить въ каждую сторону до 20 каравановъ (или отдѣльныхъ пароходовъ) въ сутки, малый же до 60 гребенокъ внизъ по теченію и до 30 пароходовъ въ обратномъ направленіи.

Такимъ образомъ, время шлюзованія каравана, идущаго внизъ по теченію, составило бы около 40 минутъ, а идущаго вверхъ по теченію—около 35 минутъ, считая въ томъ и другомъ случаѣ ок. 20 минутъ на вводку и выводку каравана и минутъ 6 на открываніе и закрываніе воротъ. Время шлюзованія одного плота изъ двухъ гребенокъ было бы 40—45 минутъ. Впрочемъ, цифры эти могли бы чувствительно уменьшиться въ зависимости отъ оборудованія шлюзовъ механическими приспособленіями для тяги судовъ и по мѣрѣ привычки судоходцевъ къ самому процессу шлюзованія въ столь большихъ шлюзахъ.

Плотины проектировались глухія, т. е. безъ разборныхъ частей, изъ бетона, желѣзо-бетона или бутовой кладки на цементѣ, смотря по тому, что оказалось бы выгоднѣе въ каждомъ данномъ случаѣ.

Плотины преграждали рѣку по всей ея ширинѣ; длина плотинъ по гребню ихъ выражалась слѣдующими цифрами:

| | | |
|---|---|---|
| Сурская плотина | 400 | саж. |
| Ненасытецкая » | 570 | » |
| Волнигская » | 320 | » |
| Вильная » | 340 | » |

Слѣдуетъ отмѣтить, что при высокихъ водахъ чрезъ эти глухія плотины будетъ переливаться слой воды весьма значительной толщины (свыше двухъ саженъ), и поэтому судно, которое почему-либо будетъ увлечено, напримѣръ, штормомъ къ плотинѣ, будетъ неминуемо разбито вдребезги при паденіи съ гребня плотины въ нижній бьефъ ея. Это вызывало необходимость для судоходцевъ особенно внимательно относиться къ закрѣпленію судовъ, стоящихъ выше плотины, напримѣръ, въ ожиданіи пропуска въ шлюзъ.

Желѣзо-бетонныя плотины были проектированы, по типу нѣкоторыхъ Сѣверо-Американскихъ сооруженій этого рода, въ видѣ сплошной плиты, наклонной къ горизонту подъ угломъ въ 45° и опирающейся на желѣзо-бетонные же контрофорсы; основаніе предполагалось изъ бетоннаго массива, закладываемаго непосредственно на сплошной скалѣ, составляющей ложе рѣки.

Типъ плотины изъ бетона или бутовой кладки былъ разработанъ инж. Рундо также по даннымъ опыта Сѣв. Америки и сохраненъ, въ главныхъ чертахъ, въ варіантѣ Кіевскаго Округа п. с., описанномъ далѣе довольно подробно.

Закончивъ на этомъ краткое описаніе сооруженій, проектируемыхъ для обезпеченія судоходства, скажемъ еще нѣсколько словъ о возможной продолжительности навигаціи.

Естественно желать, чтобы проектированныя сооруженія обезпечивали возможность какъ сплавного, такъ и взводнаго судоходства въ теченіе всей навигаціи. Однако, такое заданіе приходится считать въ данномъ случаѣ практически невыполнимымъ. Подсчеты, сдѣланные инженеромъ Рундо, привели его къ выводу, что,

при расходѣ воды въ Днѣпрѣ около 550 куб. саж. въ секунду, скорости теченія на нѣсколькихъ порогахъ, лежащихъ между проектированными плотинами, могутъ превосходить 8 верстъ въ часъ (на поверхности рѣки), а на Звонецкомъ порогѣ такая скорость, хотя и на короткомъ протяженіи, можетъ обнаружиться уже при расходѣ около 400 куб. саж. въ секунду.

Такая значительная скорость теченія фактически уничтожала бы на нѣкоторое время возможность взводнаго буксирнаго пароходства, и даже для товаро-пассажирскихъ пароходовъ представляла бы весьма значительное затрудненіе, особенно въ отношеніи срочности доставки грузовъ.

Между тѣмъ, статистическія данныя даютъ слѣдующія цифры:

| Годъ. | Число дней, когда расходъ воды въ Днѣпрѣ у пороговъ превышалъ: | | | Годъ. | Число дней, когда расходъ воды въ Днѣпрѣ у пороговъ превышалъ: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 400 к. с./сек. | 475 к. с./сек. | 550 к. с./сек. | | 400 к. с./сек. | 475 к. с./сек. | 550 к. с./сек. |
| 1881 | 28 | 19 | 13 | 1895 | 48 | 38 | 31 |
| 82 | — | — | — | 96 | 49 | 37 | 28 |
| 83 | 50 | 33 | 26 | 97 | 35 | 19 | 13 |
| 84 | — | — | — | 98 | — | — | — |
| 85 | — | — | — | 99 | 37 | 29 | 22 |
| 86 | 36 | 20 | 12 | 1900 | 37 | 29 | 22 |
| 87 | — | — | — | 01 | 19 | — | — |
| 88 | 48 | 40 | 29 | 02 | 17 | 5 | — |
| 89 | 47 | 38 | 29 | 03 | — | — | — |
| 90 | 14 | — | — | 04 | — | — | — |
| 91 | 32 | 19 | — | 05 | 32 | 24 | 17 |
| 92 | — | — | — | 06 | 41 | 21 | 10 |
| 93 | 28 | 17 | 10 | 07 | 46 | 39 | 26 |
| 94 | — | — | — | 08 | 51 | 37 | 27 |
| | | | Среднее за 28 лѣтъ. | | 23 1/2 | 15 1/2 | 10 1/2 |
| | | | Maximum за 28 „ | | 51 | 39 | 29 |

Такимъ образомъ, по подсчету инж. Рундо оказывалось, что въ среднемъ выводѣ изъ трехъ навигацій двѣ будутъ имѣть такіе періоды, когда буксирное взводное судоходство будетъ въ порогахъ почти невозможно, причемъ періоды эти могутъ имѣть продолжительность болѣе полутора мѣсяцевъ, а въ среднемъ—около мѣсяца. Обстоятельство это пришлось учитывать

при вычисленіяхъ возможныхъ послѣ шлюзованія пороговъ, фрахтовъ, особенно потому, что такой перерывъ взводнаго судоходства будетъ какъ разъ совпадать съ періодомъ наибольшей транзитной глубины на среднемъ Днѣпрѣ. Фактически, стало быть, возможность взводнаго караваннаго судоходства въ порожистой части была бы обезпечена на 200—210 дней въ году и, если считать максимальную пропускную способсть шлюзовъ около 1.500—1.800 тысячъ пудовъ въ сутки въ каждую сторону, а дѣйствительное среднее движеніе грузовъ при развитіи судоходства—около $^1/_3$ этого количества, то въ годъ могло бы пройти вверхъ по Днѣпру около 100 милл. пуд. груза, а внизъ—около 120 милл. пудовъ.

Слѣдуетъ, однако, отмѣтить, что вычисленія инж. Рундо въ данномъ случаѣ не вполнѣ правильны, такъ какъ основывались на формулахъ, по которымъ среднія скорости теченія были опредѣлены, несомнѣнно, со значительнымъ преувеличеніемъ. Какъ видно будетъ изъ дальнѣйшаго описанія варіанта Кіевскаго Округа, скорости свыше 8 фут. въ секунду могутъ появляться довольно рѣдко и на весьма непродолжительный срокъ, если нѣсколько иначе расположить сооруженія.

Смѣтная стоимость проектированныхъ сооруженій выражалась приблизительно слѣдующими цифрами:

| Названіе сооруженія. | Строительная стоимость: плотины *). | обходнаго канала. | шлюзовъ съ ихъ оборудованіемъ. | Итого. |
|---|---|---|---|---|
| | Тысячи рублей. | | | |
| Сурско-Лоханское | 1.192 | 4.430 | 1.576 | 7.198 |
| Ненасытецкое | 1.450 | 3.019 | 1.768 | 6.237 |
| Волнигское | 958 | 3.157 | 1.955 | 6.070 |
| Вильное | 906 | 1.490 | 1.791 | 4.187 |
| Итого | 4.506 | 12.096 | 7.090 | 23.692 |

*) Стоимость плотинъ показана для случая устройства ихъ изъ бетона. Желѣзобетонъ, по смѣтѣ, далъ бы около 40% экономіи. Однако, примѣненіе желѣзобетона для плотинъ, которымъ придется выдерживать сильные ледоходы, казалось бы рискованнымъ.

Для Сурско-Лоханскаго сооруженія былъ составленъ варіантъ расположенія его *ниже* Лоханскаго порога. При этомъ обходный каналъ имѣлъ длину всего около 300 саженъ и стоимость его не превышала 553 тыс. рублей. Плотина и шлюзъ обходились тоже нѣсколько дешевле, такъ что въ общемъ экономія могла достичь 4.500 тыс. рублей. Зато площадь затопляемыхъ земель оказывалась весьма значительной, а, главное, длинная земляная дамба для загражденія второго рукава рѣки была бы всегда слабымъ мѣстомъ всего сооруженія.

Вся смѣтная стоимость устройствъ, необходимыхъ для судоходства, опредѣлялась инж. Рундо въ такихъ цифрахъ (при устройствѣ Сурско-Лоханской плотины выше пороговъ):

| | Тысячи рублей. |
|---|---|
| 1. Строительная стоимость четырехъ сооруженій . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 23.692 |
| 2. Отчужденіе земель . . . . . . . . . . . | 668 |
| 3. Администрація работъ (ок. 4%) . . . . . | 1.043 |
| 4. Непредвидѣнные расходы (ок. 10%) . . . | 2.369 |
| Итого . . . . | 27.772 |

или, кругло, $27^1/_2$ милліоновъ рублей.

На каждомъ изъ четырехъ проектированныхъ сооруженій предполагалось построить гидро-электрическую станцію, утилизирующую напоръ воды, создаваемый плотиной.

Минимальный расходъ воды на тюрбинахъ былъ принятъ въ 35 куб. саж. въ секунду, такъ какъ изслѣдованія показали, что расходъ Днѣпра въ порожистой части никогда не набюдался меньше 38—40 куб. саж. въ секунду, изъ которыхъ на шлюзованіе и случайныя потери понадобится не болѣе 2—3 куб. саж. въ секунду.

Рабочіе напоры у тюрбинъ были исчислены въ слѣдующихъ цифрахъ (въ саженяхъ):

| Станціи. | Утилизируемый напоръ. При самыхъ низкихъ водахъ. | При самыхъ высокихъ водахъ. | Наименьшая мощность станціи въ лош. сил. |
|---|---|---|---|
| Сурская | 2,76 | 1,89 | 19.930 |
| Ненасытецкая | 4,11 | 2,74 | 29.800 |
| Волнигская | 4,26 | 2,16 | 30.880 |
| Вильная | 3,86 | 1,52 | 28.000 |
| | | Итого | 108.610 |

При этомъ электрогенераторы, помѣщенные на валу тюрбинъ, должны были давать у борновъ не менѣе 101.000 л. с.=74.500 KW, причемъ эта минимальная мощность станцій относилась лишь къ періоду высокихъ водъ, т. е. не болѣе, какъ къ тремъ мѣсяцамъ въ году, въ остальные же девять мѣсяцевъ турбины работали бы при столь благопріятномъ напорѣ, что мощность генераторовъ составляла бы у борновъ не менѣе 162.000 л. с.= 117.800 KW. Однако, всѣ экономическіе подсчеты сдѣланы были изъ осторожности для минимальной мощности въ 100.000 л с.

Такъ какъ проектъ гидроэлектрическихъ устройствъ, составленный инженеромъ Юскевичемъ, вошелъ въ варіантъ Кіевскаго Округа п. с. почти безъ измѣненій, то, для удобства ознакомленія съ этимъ варіантомъ, краткія описанія станціонныхъ зданій, турбинъ, электрогенераторовъ, вспомогательныхъ приборовъ и линіи передачи энергіи помѣщены вслѣдъ за описаніемъ гидротехнической части варіанта.

Смѣтная стоимость всего устройства была исчислена въ такихъ цифрахъ:

1. Устройство гидро-электрическихъ станцій съ полнымъ механическимъ и электрическимъ оборудованіемъ:

| | Тысячи рублей: |
|---|---|
| Сурская ст. (наим. мощн. 19.930 л. с.) | 4.226 |
| Ненасытецкая ст. (наим. мощн. 29.800 л. с.) | 4.468 |
| Волнигская ст. (наим. мощн. 30.880 л. с.) | 5.318 |

| | Тысячи рублей: |
|---|---|
| Вильная ст. (наим. мощн. 28.000 л. с.) . . . . . | 6.557 |
| 2. Линія передачи энергіи . . . . . . . . . . | 5.521 |
| 3. Трансформаторныя подстанціи . . . . . . . . | 1.995 |
| 4. Непредвидѣнные расходы (6%) . . . . . . . . | 1.680 |
| 5. Администрація работъ (4%) . . . . . . . . . . . | 1.120 |
| Всего . | 30.885 |

Эксплоатаціонные расходы по всѣмъ четыремъ станціямъ при 5.400—6.480 рабочихъ часахъ въ году исчислены такъ:

| | Тысячи рублей: |
|---|---|
| 1. Проценты на капиталъ и амортизація (10%) . | 3.088 |
| 2. Капитальный ремонтъ всѣхъ установокъ . . | 859 |
| 3. Содержаніе и дѣйствіе » » . . | 870 |
| Итого . . . . | 4.817 |

Количество отдаваемой потребителямъ энергіи исчислялось въ размѣрѣ около 552.000.000 лош. с.—часовъ или 406.000.000 KW— часовъ.

Валовой доходъ, считая по 2 коп. 1 лош. силу—часъ—11.040 тысячъ рублей. Такимъ образомъ оказывалось, что чистый доходъ въ суммѣ до 6 милл. рублей въ годъ могъ съ избыткомъ покрыть всѣ затраты по устройству шлюзовъ, плотинъ и проч., исчисленныя, какъ указано выше, въ суммѣ ок. 27½ милл. руб. Это соображеніе, казалось бы, особенно важно потому, что судоходство въ порогахъ не можетъ развиться быстро, и первые годы судоходные сборы будутъ, очевидно, весьма невелики, не окупая, можетъ быть, даже затратъ на текущій мелкій ремонтъ сооруженій. Такъ какъ, съ другой стороны, устройство гидроэлектрическихъ станцій невозможно безъ постройки плотинъ, то желательность одновременнаго возведенія тѣхъ и другихъ сооруженій, т. е. обезпеченія судоходства и утилизаціи силы паденія рѣки, являлась логическимъ выводомъ даннаго проекта.

Итакъ, описанный выше эскизный проектъ давалъ основаніе считать доказанными слѣдующія положенія:

1. Шлюзованіе Днѣпровскихъ пороговъ съ обезпеченіемъ возможности судоходства въ обѣ стороны втеченіе не менѣе 200 дней въ году и при осадкѣ судовъ до 10 четв. аршина— вполнѣ возможно, и необходимый на это расходъ составитъ около 28 милл. рублей; обезпеченіе же возможности взводнаго буксирнаго пароходства при *всякихъ* расходахъ воды въ Днѣпрѣ почти неосуществимо и во всякомъ случаѣ потребовало бы расходовъ, далеко превышающихъ указанную сумму.

2. Утилизація энергіи паденія воды на томъ же протяженіи вполнѣ возможна и выгодна.

3. Экономическія соображенія приводятъ къ заключенію о выгодности одновременнаго возведенія какъ сооруженій, необходимыхъ для судоходства, такъ и сооруженій для утилизаціи энергіи потока.

## Варіантъ 1912 года.

(Кіевскаго Округа п. с.).

При разсмотрѣніи проекта инж. Рундо и Юскевича въ Управленіи В. В. П. и Ш. Д. выяснилось, что данныя, которыми располагали эти инженеры, не могутъ считаться достаточными для окончательнаго сужденія о цѣлесообразности предлагаемаго расположенія сооруженій. Такъ, напр., не было свѣдѣній о глубинѣ залеганія, въ мѣстахъ расположенія плотинъ, коренныхъ каменныхъ породъ; планы береговой полосы не были достаточно подробны, не охватывали всѣхъ мѣстъ, могущихъ быть затопленными послѣ постройки плотинъ, и пр. Все это заставило Управленіе В. В. П. и Ш. Д. немедленно поручить чинамъ Кіевскаго Округа п. с. произвести дополнительныя подробныя съемки прибрежныхъ пространствъ и буреніе дна Днѣпра въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ предполагалось помѣстить плотины по проекту инж. Рундо, или выяснить буреніемъ другія, болѣе подходящія, мѣста.

Осенью 1911 года изысканія эти и буреніе были произведены, а къ началу 1912 года былъ составленъ новый варіантъ расположенія плотинъ и шлюзовъ, описанію котораго посвящена настоящая книга.

Разработка этого варіанта исполнена Начальникомъ 1-го участка Екатеринославскаго Отдѣленія инженеромъ И. А. Розовымъ подъ непосредственнымъ руководствомъ Начальника Кіевскаго Округа инженера Л. В. Юргевича.

## Основныя заданія варіанта 1912 г.

Задавшись цѣлью соблюсти указанія Техническаго Совѣщанія *), инженеры Юргевичъ и Розовъ, сверхъ того, ввели въ свой варіантъ, какъ основное положеніе, принципъ недопустимости распространенія подпора отъ проектируемыхъ сооруженій до г. Екатеринослава, но зато, послѣ детальной съемки прибрежныхъ мѣстностей, пришли въ выводу, что опасенія чрезмѣрныхъ затопленій у самыхъ пороговъ были преувеличены и что есть, стало быть, возможность расположить плотины *ниже* нѣсколькихъ пороговъ.

Наконецъ, третій пунктъ, на который авторы варіанта обратили особое вниманіе, заключается въ изысканіи мѣръ къ возможному уменьшенію несудоходнаго періода при высокихъ весеннихъ водахъ.

Принципъ полной незатопляемости г. Екатеринослава и его окрестностей мотивируется слѣдующими соображеніями:

Пусть какое-либо пространство на берегу рѣки затопляется естественными весенними водами даннаго года до горизонтали съ отмѣткой $H$ саж.; если до этого мѣста будетъ въ слѣдующіе годы распространяться подпоръ, создаваемый вновь построенной нижележащей плотиной, то, очевидно, что при томъ же весеннемъ расходѣ рѣки уровень воды будетъ стоять выше, чѣмъ до постройки плотины, положимъ на $h$ саж. Такимъ образомъ, полоса берега, лежащая между горизонталями $H$ и $H+h$, ранѣе не затоплявшаяся при данномъ расходѣ, послѣ постройки плотины подвергнется затопленію.

Однако, практически невозможно ограничиться отчужденіемъ только этой полосы, во-первыхъ, потому, что величины $H$ и $h$ зависятъ отъ наибольшаго весенняго расхода даннаго года и, слѣ-

*) См. въ приложеніи журналъ Техническаго Совѣщанія 3 марта 1911 года № 191.

довательно, каждый годъ будутъ имѣть разныя значенія; слѣдовательно, и полоса, ограниченная этими горизонталями, будетъ каждый годъ занимать новое положеніе; во-вторыхъ, вся часть берега отъ меженняго урѣза до горизонтали *H* будетъ находиться послѣ постройки плотины въ иныхъ условіяхъ, чѣмъ раньше: затопленіе ея будетъ больше по высотѣ (на величину подпора *h*), а продолжительность его больше, чѣмъ раньше; это дастъ береговымъ владѣльцамъ основанія предъявлять неоднократно иски объ убыткахъ, и расходы казны по такимъ искамъ, особенно въ отношеніи жилыхъ мѣстностей, могутъ быть весьма значительны, а главное—не поддаются никакому предварительному учету, такъ какъ размѣръ такихъ убытковъ всецѣло будетъ зависѣть отъ того, какимъ образомъ владѣлецъ будетъ эксплоатировать затопляемое пространство.

Отсюда слѣдуетъ, что единственнымъ способомъ, могущимъ вполнѣ гарантировать казну отъ неопредѣленныхъ и, во всякомъ случаѣ, значительныхъ расходовъ въ будущемъ, является немедленное отчужденіе всей береговой полосы до той высоты, которой могутъ достигать наибольшія весеннія воды при подпорѣ ихъ проектируемыми сооруженіями.

Въ данномъ случаѣ приходится считаться еще и съ тѣмъ, что по отношенію къ крупнымъ промышленнымъ и общественнымъ центрамъ, какъ, напр., г. Екатеринославъ, кромѣ матеріальныхъ соображеній, играютъ не меньшую, а даже, можетъ быть, и большую роль соображенія культурнаго, такъ сказать, характера. Дѣйствительно, значеніе затопленія хотя бы на полъ аршина и на одинъ день оживленной улицы города или повышеніе до пола перваго этажа какого-либо общественнаго зданія весенней воды, доходившей ранѣе лишь до фундамента, трудно учесть въ рубляхъ; но, несомнѣнно, подобное явленіе должно внести значительное разстройство въ общественную жизнь и потому врядъ ли можетъ считаться допустимымъ. Если общественныя и коммерческія учрежденія и частныя лица мирятся съ неудобствами и убытками, создаваемыми непреодо-

лимой стихіей, то врядъ ли можно требовать такого же отношенія къ неудобствамъ, хотя бы и меньшимъ, но созданнымъ искусственно.

Итакъ, авторы варіанта пришли къ убѣжденію, что прежде, чѣмъ приступить къ постройкѣ плотинъ, необходимо отчудить всѣ площади, захватываемыя подпоромъ самыхъ высокихъ весеннихъ водъ.

Примѣненіе этого принципа къ Сурско-Лоханской плотинѣ, проектированной инженеромъ Рундо, привело къ неутѣшительнымъ результатамъ: стоимость необходимаго отчужденія на этомъ бьефѣ опредѣлилась въ суммѣ не менѣе 17 милл. рублей, а главное—часть г. Екатеринослава и его пригорода «Амуръ» получала увеличеніе затопленія на 0,31 саж.; то же угрожало и уѣздному городу Новомосковску, расположенному на притокѣ Днѣпра, р. Самарѣ, и цѣлому ряду другихъ значительныхъ селеній.

Наконецъ, не слѣдуетъ забывать, что послѣ шлюзованія пороговъ значеніе Екатеринослава, какъ рѣчного порта, должно сильно возрасти, а потому стѣснять возможность дальнѣйшаго развитія его береговой полосы, увеличивая размѣры и продолжительность ея затопленія, врядъ ли удобно даже съ точки зрѣнія интересовъ судоходства и промышленности; возможный, въ связи съ этимъ, недоборъ казенныхъ сборовъ съ проходящихъ грузовъ совершенно не поддается учету въ настоящее время, но во всякомъ случаѣ слѣдуетъ имѣть въ виду, что при улучшеніи такого большого воднаго пути, какъ Днѣпръ, устройство гаваней и перегрузочныхъ пристаней явится естественнымъ продолженіемъ работъ по созданію транзита.

По всѣмъ этимъ соображеніямъ приходится признать, что единственнымъ допустимымъ рѣшеніемъ вопроса является устройство Сурско-Лоханской плотины такимъ образомъ, чтобы подпоръ, создаваемый ею, ни при какихъ условіяхъ не достигалъ города Екатеринослава, а исчезалъ бы уже вблизи устья р. Самары. Какъ видно изъ дальнѣйшаго, такое рѣшеніе ока-

зывается невыгоднымъ въ отношеніи утилизаціи паденія воды на этой плотинѣ, но, повидимому, съ этимъ приходится только примириться.

Переходя ко второму основному принципу—возможности устройства плотинъ ниже пороговъ,—слѣдуетъ отмѣтить, что прежнія, недостаточно точныя съемки, имѣвшіяся въ распоряженіи инж. Рундо, дѣйствительно заставляли опасаться большихъ затопленій въ предѣлахъ селъ коренныхъ жителей Приднѣпровья, весьма привязанныхъ къ родной землѣ.

Однако, съемки 1911 года показали, что даже при устройствѣ плотинъ непосредственно ниже Лоханскаго, Ненасытецкаго и Вильнаго пороговъ затопленія селъ не особенно велики и захватятъ главнымъ образомъ огороды и служебныя, нежилыя, постройки; во всякомъ случаѣ крупныхъ осложненій при отчужденіи этихъ пространствъ не предвидится.

Наконецъ, вопросъ о возможномъ сокращеніи несудоходнаго періода навигаціи разрѣшенъ въ настоящемъ варіантѣ слѣдующимъ образомъ:

Инженеръ Рундо вычислялъ среднія скорости теченія въ загражденной плотинами рѣкѣ при разныхъ расходахъ по формулѣ Базена:

$$v = k.\ \sqrt{R.i},$$ (метровъ въ секунду)

гдѣ $k$ — коэффиціентъ $= \frac{87}{1 + K\sqrt{R}} = 45$ при $R = 6$.

$i$ — поверхностный уклонъ рѣки;

$R$ — подводный радіусъ (въ метрахъ), принятый инж. Рундо равнымъ средней глубинѣ живого сѣченія, опредѣляемаго по подпорной кривой поверхности рѣки.

Задавшись предѣломъ допустимой скорости въ 8 фут.=2,4 мтр. въ секунду и средней глубиной въ 6 метровъ, инж. Рундо опредѣлилъ предѣльный поверхностный уклонъ, при которомъ воз-

можно взводное буксирное судоходство, въ 0,00035 и на основанiи этого призналъ предѣльнымъ судоходнымъ горизонтомъ тотъ, который соотвѣтствуетъ отмѣткѣ + 0,80 саж. по Лоцманско-Каменской рейкѣ и при которомъ на Звонецкомъ порогѣ уклонъ достигаетъ указанной величины.

Однако, гораздо проще и точнѣе опредѣлять среднюю скорость теченiя, какъ частное отъ дѣленiя расхода на площадь живого сѣченiя, т. е. по формулѣ

$$v = \frac{Q}{\omega};$$

при такомъ пересчетѣ получились болѣе благопрiятные результаты и оказалось, что въ предѣлахъ пороговъ взводное судоходство будетъ возможно вплоть до подъема горизонта воды къ отмѣткѣ + 2,00 саж. по Лоцманско-Каменской рейкѣ *), но зато уже при горизонтѣ + 1,00 саж. получаются чрезмѣрныя скорости въ Кичкасскомъ ущельѣ, гдѣ вслѣдствiе этого пришлось проектировать шлюзованный обходный каналъ.

Въ результатѣ всѣхъ этихъ перепроектировокъ и пересчетовъ оказалось, что *средняя* продолжительность перерыва навигацiи будетъ составлять всего $1^1/_3$ сутокъ, вмѣсто $26^1/_2$ сутокъ, исчислявшихся инж. Рундо.

---

*) Впрочемъ, при условiи перемѣщенiя третьей плотины отъ Волнигскаго порога внизъ до дер. Федоровки, съ цѣлью перекрытiя большимъ подпоромъ Будиловскаго порога.

## Результаты буренія 1911 года.

Прежде всего были заложены буровыя скважины въ днѣ рѣки на мѣстахъ, гдѣ были намѣчены плотины по проекту инж. Рундо. При этомъ получились слѣдующіе результаты (см. прилагаемый чертежъ буровыхъ скважинъ):

### *I. Плотина Сурско-Лоханская.*

По первому и второму варіантамъ проекта инженера Рундо во всѣхъ трехъ скважинахъ сплошной твердый гранитъ найденъ былъ весьма близко отъ поверхности дна, а потому эти предварительныя изслѣдованія дали возможность предположить, что устройство основанія плотинъ по обоимъ варіантамъ инженера Рундо не могло бы представить какихъ-либо особыхъ затрудненій.

### *II. Плотина въ Ненасытецкомъ порогѣ.*

Здѣсь заложено было всего 4 скважины, причемъ при буреніи среднихъ скважинъ №. 2 и № 3 встрѣтилось большое затрудненіе вслѣдствіе заполненія скважинъ частицами мягкаго грунта, а потому скважины эти не могли быть доведены до полной глубины 2 саж., а только соотвѣтственно до 1,11 саж. и 1,50 саж.

Эти среднія скважины показали глубину залеганія каменистаго грунта соотвѣтственно 0,57 саж. и 0,24 саж. отъ поверхности дна, но самый грунтъ оказался настолько мягокъ, что основывать на немъ плотину, не произведя дальнѣйшихъ болѣе подробныхъ изслѣдованій, казалось бы рискованно.

Боковыя скважины №№ 1 и 4 обнаружили весьма глубокое залеганіе скалы—на 3,70 саж. и 2,48 саж. отъ поверхности дна.

Такимъ образомъ предварительное буреніе выше Ненасытецкаго порога дало результаты неблагопріятные.

*III. Волнигская плотина.*

По скважинамъ №№ 1, 2 и 3 глубина залеганія скалы оказалась отъ поверхности дна 1,13 саж., 2,36 саж. и 0,50 саж., что также нельзя назвать благопріятнымъ.

*IV. Плотина въ Вильномъ порогѣ.*

По скважинамъ №№ 1, 2 и 3 обнаружена глубина залеганія скалы отъ поверхности дна 1,01 саж., 5,81 саж. и 0,49 саж.

Въ мѣстѣ расположенія этой плотины, очевидно, гранитъ уходитъ на такую глубину отъ поверхности дна, что проектировать основаніе плотины на этомъ гранитѣ практически невозможно.

Остановиться на глинѣ, залегающей выше гранита, также нежелательно, ибо основаніе пришлось бы ограждать шпунтовыми или бетонными стѣнками, и все же это не дало бы такой увѣренности въ незыблемости основанія, какъ гранитъ.

Такіе результаты буренія заставили Кіевскій Округъ обратиться къ изслѣдованію возможности помѣщенія плотинъ ниже пороговъ.

Здѣсь буреніе дало слѣдующіе результаты:

1. Ниже *Ненасытецкаго* порога оказалось, что гранитъ залегаетъ по скважинамъ №№ 1, 2 и 3 отъ поверхности дна на 0,06 саж., 0,20 саж. и 0,55 саж.

2. Ниже *Волнигскаго* порога по скважинамъ №№ 1, 2 и 3 массивный гранитъ обнаруженъ на глубинахъ 0,05 саж., 0,29 саж. и 0,07 саж. отъ поверхности дна.

3. Ниже *Вильнаго* порога по скважинамъ №№ 1, 2 и 3— 0,65 саж., 0,66 саж. и 0,25 саж., считая все отъ поверхности дна.

Такимъ образомъ, послѣ производства буренія выяснилось, что у всѣхъ изслѣдованныхъ пороговъ гранитъ на днѣ рѣки выше самаго порога прикрытъ различными болѣе слабыми породами: пескомъ, естественной щебенкой, разныхъ родовъ глиной, валунами и пр., а ниже пороговъ тотъ же гранитъ зале-

гаетъ на значительно меньшей глубинѣ и во многихъ мѣстахъ выходитъ почти на поверхность.

Такое явленіе представляется вполнѣ естественнымъ, ибо вѣковой работѣ падающей съ порога воды могъ противостоять только одинъ гранитъ, а прочія породы были смыты.

Конечно, 3—4 скважинъ недостаточно для детальной проектировки основанія столь отвѣтственнаго и массивнаго сооруженія, какъ высокая каменная плотина. Поэтому лѣтомъ 1912 г. будетъ производиться дополнительное подробное буреніе по осямъ плотинъ, намѣченныхъ въ варіантѣ Кіевскаго Округа.

# Плотины.

Для опредѣленія необходимой длины плотинъ онѣ разсматривались какъ затопленные или незатопленные водосливы, смотря по тому, перекрывается ли ихъ гребень подпорнымъ уровнемъ нижняго бьефа или нѣтъ.

Для незатопленнаго водослива принята формула—

$$Q = {}^2/_3\,\mu\, b\sqrt{2g}\ \frac{H}{S_1 - S}\left(S_1{}^{3/2} - S^{3/2}\right)$$

гдѣ:

$b$ — длина водослива

$H$ — толщина переливающагося черезъ плотину слоя воды.

$g$ — ускореніе силы тяжести.

$S = \frac{c^2}{2g}$ —, причемъ $c$—скорость подходящей къ плотинѣ воды.

$$S_1 = S + H.$$

Для затопляемаго водослива формула принимаетъ слѣдующій видъ:

$$Q = b\sqrt{2g}\left[{}^2/_3\,\mu\left(S_1{}^{3/2} - S^{3/2}\right) + \mu_1\left(H_2 - \frac{v^2}{3g}\right)\sqrt{S_1}\right]$$

гдѣ

$v$ — скорость отходящей отъ плотины воды.

$$S_1 = S + H_1 + \frac{v^2}{3g}$$

Остальныя величины имѣютъ то же значеніе, что и въ предыдущей формулѣ.

${}^2/_3\mu$ и $\mu_1$ — числовые коэффиціенты.

Опираясь на авторитетъ Толкмитта, ихъ можно принять равными

${}^2/_3\mu = 0{,}57$

$\mu_1 = 0{,}67$.

По этимъ формуламъ были разсчитаны необходимыя величины для всѣхъ четырехъ плотинъ; результаты вычисленій сведены въ таблицу.

Плотины проектированы глухими, изъ бутовой (гранитной) кладки на цементѣ. Такая кладка тяжелѣе бетона, что, несом-

нѣнно, имѣетъ значеніе для сооруженія, долженствующаго выносить удары большихъ льдинъ.

Камень для бута получится въ большомъ количествѣ при выемкѣ деривaціонныхъ каналовъ, а потому бутовая кладка оказывается въ данномъ случаѣ и дешевле бетона, приблизительно на 23% (см. смѣты).

Согласно замѣчанія Техническаго Совѣщанія были приняты мѣры для обезпеченія основаній плотинъ отъ размыва переливающейся черезъ гребень водой. Для этой цѣли задняя грань плотины проектирована по кривой перемѣннаго—въ зависимости отъ высоты плотины—радіуса, что обезпечиваетъ плавный сливъ струи. Эта кривая имѣетъ нисшую точку близъ средины флютбета, а затѣмъ нѣсколько приподнимается, образуя такимъ образомъ родъ водобойнаго колодца или, такъ называемаго, водяного тюфяка.

Флютбетъ заканчивается отсыпью изъ крупныхъ камней, имѣющей съ верхней стороны подъемъ въ 1/8, а съ нижней стороны одиночный откосъ. Такимъ образомъ, струя, перейдя черезъ гребень плотины, сливается по задней грани ея и затѣмъ, протекая по флютбету, нѣсколько приподнимается вновь, и сила удара ея при вступленіи въ неукрѣпленное русло значительно уменьшается. Длина флютбета мѣняется въ зависимости отъ высоты плотины. Неизмѣнной остается лишь часть ея отъ точки наибольшаго паденія струи до нижняго (по теченію) конца, равная 9 саж.

Основанія плотинъ предположено закладывать въ твердую скалу на глубину не менѣе 0,50 саж. По даннымъ буренія, произведеннаго въ мѣстахъ предположеннаго по варіанту Кіевскаго Округа расположенія плотинъ, оказалось, что покрывающій скалу слой песка невеликъ (въ среднемъ 0,25 с.) и по легкости уборки можетъ быть пренебреженъ. Затѣмъ идетъ слой естественнаго сцементированнаго щебня, толщиною въ среднемъ 0,25 с., и подъ нимъ залегаетъ скала—слабая въ слоѣ, толщ. около 0,20 саж., и далѣе вполнѣ крѣпкая. Такимъ образомъ необхо-

димое заложенiе фундамента въ грунтахъ тяжелыхъ для разработки (т. е. не считая слоя песка) опредѣлилось въ 0,25 + + 0,20 + 0,50 = 0,95 саж. въ среднемъ.

Передней грани плотины приданъ уклонъ въ 1/10 согласно съ опытомъ Сѣверо-Американскихъ плотинъ, выяснившимъ преимущество такого типа на рѣкахъ съ сильнымъ ледоходомъ. Верхнее сливное ребро плотины закруглено и самый гребень очерченъ по кривой, переходящей непосредственно въ кривую задней грани плотины. Считаясь съ тѣмъ, что гребню плотины кромѣ непосредственнаго давленiя воды придется еще выносить удары льдинъ и другихъ приносимыхъ теченiемъ тѣлъ, предполагается облицовать его тесаннымъ гранитомъ съ укрѣпленiемъ пиронами и желѣзными анкерами.

Турбинныя станцiи и шлюзы расположены всюду, за исключенiемъ Вильной плотины, на разныхъ берегахъ рѣки. Желательно, конечно, обезпечить возможность сообщенiя между ними и въ самое неблагопрiятное время—при ледоходахъ или вообще при опасныхъ состоянiяхъ ледяного покрова. Для этой цѣли преположено устроить въ массивѣ каждой плотины сквозной коридоръ, шириною 1,0 саж. и высотою 1,20 саж., съ выходомъ изъ него на незатопляемыя части шлюзовъ и дамбъ, къ которымъ примыкаютъ плотины. Устройство болѣе широкихъ проѣздовъ съ выходомъ на оба берега оказалось слишкомъ дорогимъ и неудобнымъ, такъ какъ плотины имѣютъ съ обѣихъ сторонъ каналы для пропуска воды и, слѣдовательно, пришлось бы опускать проѣздъ въ тоннель ниже поверхности дна рѣки или устраивать черезъ каналы мосты.

Расчетъ устойчивости плотины проектируемаго профиля былъ произведенъ для Федоровской плотины, которая достигаетъ наибольшей высоты въ 6,85 с. За расчетную нагрузку было принято давленiе воды при наибольшемъ горизонтѣ +2,65 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. Такъ какъ плотина незатопленная, то этотъ случай представляется самымъ невыгоднымъ.

Расчетъ показалъ, что распредѣленіе матеріала по профилю вполнѣ удачно, такъ какъ кривая давленія не только не выходитъ изъ средней трети, но и придерживается все время середины сѣченія, давая довольно равномѣрное сжатіе матеріала. Напряженія не превзошли 3,01 кил. на кв. сант., коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе колеблется, для разныхъ сѣченій по высотѣ, въ предѣлахъ 5, 22—11, 80, а на сдвигъ—2, 19—5,13, при коэффиціентѣ тренія кладки 0,76.

Хотя коэффиціенты эти указываютъ на значительный запасъ устойчивости плотины, который можетъ показаться излишнимъ, однако врядъ ли слѣдовало бы стремиться къ уменьшенію ея сѣченія, такъ какъ, во-первыхъ, трудно учесть динамическое вліяніе ударовъ льдинъ, а во-вторыхъ—при уменьшеніи сѣченія трудно было бы сохранить достаточно пологое очертаніе задней грани.

Результаты расчетовъ приводятся въ слѣдующей таблицѣ:

| №№ швовъ. | Вертикальное давленіе въ тонн. | Горизонтальное давленіе въ тонн. | Напряженія въ кил. на кв. сант. | | Опрокидывающій моментъ въ тонно-метр. | Задерживающій моментъ въ тонно-метр. | Коэффиціентъ устойчивости противъ опрокидыванія. | Коэффиціентъ устойчивости противъ сдвига. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Наибольшее. | Наименьшее. | | | | |
| 1. | 7,333 | 2,545 | 0,238 | 0,206 | 1,144 | 13,539 | 11,80 | 2,190 |
| 2. | 29,309 | 9,002 | 0.677 | 0,597 | 12,692 | 79,637 | 6,19 | 2,475 |
| 3. | 57,630 | 15.459 | 1,133 | 0,906 | 37,153 | 194.970 | 5,22 | 2,835 |
| 4. | 92,992 | 21,916 | 1,329 | 1,263 | 74,528 | 400,009 | 5,35 | 3,220 |
| 5. | 131,789 | 28,374 | 2,586 | 1,335 | 124,808 | 754,689 | 6,05 | 3,534 |
| 6. | 177,482 | 34,830 | 2,178 | 0,984 | 188,011 | 1311,299 | 6,97 | 3,877 |
| 7. | 244,278 | 41,287 | 2,791 | 0,895 | 262,125 | 2160,154 | 8,24 | 4,470 |
| 8. | 314,867 | 46,718 | 3,011 | 1,118 | 336,492 | 3104,362 | 9,22 | 5,135 |

Въ Вильной плотинѣ, въ цѣляхъ большаго подъема высокихъ водъ и полученія такимъ образомъ большаго напора ве-

сеннихъ водъ на турбины, пришлось сдѣлать часть плотины незатопляемой. Въ этомъ мѣстѣ она поднята на 0,33 саж. надъ самымъ высокимъ горизонтомъ воды и въ сѣченіи имѣетъ видъ трапеціи съ гребнемъ шир. въ 1,0 саж. и откосами верховымъ въ 1/10 и нижнимъ половиннымъ. Такая плотина также удовлетворяетъ условіямъ устойчивости и прочности, какъ подтвердилось аналогичнымъ расчетомъ.

Три плотины—Лоханская, Ненасытецкая и Вильная—примыкаютъ своими концами къ незатопляемымъ гранитнымъ стѣнкамъ шлюзовъ и дамбъ при турбинныхъ станціяхъ и поэтому корни ихъ вполнѣ обезпечены отъ обхода теченіемъ. Исключеніе составляетъ одна Вильная плотина, правый корень которой упирается непосредственно въ берегъ.

Для предупрежденія размыва послѣдняго предположено устроить широкій устой, къ которому вплотную и подвести плотину. Берегъ выше и ниже этого устоя долженъ быть закрытъ слоемъ гранитной кладки на цементномъ растворѣ, толщиною въ 0,30 саж., упирающимся въ опорную стѣнку, заложенную вдоль берега.

Главныя данныя, характеризующія проектируемыя плотины, приведены въ слѣдующей таблицѣ (въ скобкахъ приведены для сравненія соотвѣтствующія данныя по проекту инж. Рундо) — все въ саженяхъ.

| Версты отъ г. Екатеринослава. | Названіе плотины. | Длина водослива. | Отмѣтка гребня. | Наибольшая высота отъ фундамента. | Перепадъ. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Наиб. | Наим. |
| 28<br>(25) | Сурско-Лоханская | 750<br>(400) | 27,00<br>(28,46) | 3,00<br>(3,12) | 1,46<br>(3,12) | 0,53<br>(1,41) |
| 39<br>(37) | Ненасытецкая . . | 495<br>(570) | 25,60<br>» | 6,00<br>(3,92) | 4,19<br>(3,92) | 2,73<br>(1,17) |
| 57<br>(51) | Федоровская (Волнигская . . . | 320<br>(320) | 21,35<br>» | 7,00<br>(4,70) | 4,33<br>(4,70) | 2,74<br>(1,40) |
| 77<br>(75) | Вильная . . . . . | 320<br>(340) | 17,00<br>(16,80) | 5,00<br>(3,80) | 4,03<br>(2,57) | 1,73<br>(1,08) |

## Затрудненія при проектированіи Лоханской плотины.

Изъ предыдущей таблицы ясно видно, какъ рѣзко отличается Лоханская плотина отъ всѣхъ остальныхъ. Выше уже указывалось, что главной причиной этого является недопустимость затопленія Екатеринослава подпоромъ весеннихъ водъ; въ результатѣ гребень плотины пришлось назначить на отмѣткѣ 27,00 саж., вмѣсто 28,46 саж., какъ предполагалъ инж. Рундо, длина же плотины принята въ 750 саж. для возможнаго уменьшенія толщины слоя переливающейся черезъ нее воды; помѣстить въ руслѣ Днѣпра еще болѣе длинную плотину было бы на данномъ участкѣ почти невозможно, не говоря уже о томъ, что это вызывало бы довольно крупный лишній расходъ. Въ связи съ такимъ расположеніемъ гребня плотины оказывается, что Старо-Кайдакскій порогъ и заборы, лежащіе между этимъ порогомъ и Екатеринославомъ (особенно Архіерейская) не покрываются подпоромъ меженнихъ водъ, а слѣдовательно, необходимо устраивать обходный шлюзованный каналъ у названнаго порога и произвести расчистки и регуляціонныя работы на участкахъ отъ с. Старыхъ-Кайдакъ до Екатеринослава, что въ общей сложности требуетъ дополнительнаго расхода около $3^{1}/_{2}$ милл. рублей.

Сверхъ того, мощность Лоханской турбинной станціи уменьшается при высокихъ весеннихъ горизонтахъ до 10.000 силъ, такъ какъ рабочій напоръ падаетъ тогда всего до 0,53 сажени, что чрезвычайно понижаетъ коэффиціентъ полезнаго дѣйствія турбинъ.

Однако, всѣ эти неудобства не могутъ, повидимому, сравниться съ тѣмъ громаднымъ затрудненіемъ, которое встрѣтило бы осуществленіе проекта при затопленіи многочисленныхъ прибрежныхъ владѣній въ районѣ Екатеринослава.

При разсмотрѣніи въ Техническомъ Совѣщаніи *) проекта Лоханской плотины были возбуждены слѣдующіе вопросы:

*) См. въ приложеніи журналъ 31 января—18 февраля 1912 г., № 23.

1) Не представляется ли болѣе раціональнымъ строить Лоханскую плотину разборчатой, напр., по типу плотины Позъ на Сенѣ, поднявъ меженній горизонтъ воды до уровня, необходимаго для затопленія Кайдакскаго порога и Архіерейской заборы и сохраняя въ то же время весенній подпорный горизонтъ на опредѣленномъ проектомъ уровнѣ, т. е. не допуская распространенія весенняго подпора до Екатеринослава.

2) Не является ли необходимымъ перемѣстить плотину такимъ образомъ, чтобы она заняла нормальное положеніе къ меженнему стрежню рѣки.

Останавливаясь на первомъ изъ этихъ вопросовъ, необходимо отмѣтить, что устройство разборчатой плотины могло бы обезпечить свободное судоходство до г. Екатеринослава лишь при низкой водѣ. Весной же скорости на Старо-Кайдакскомъ порогѣ все равно возрастали бы настолько. что движеніе судовъ въ этомъ мѣстѣ могло бы происходить лишь черезъ обходный шлюзованный каналъ.

Такимъ образомъ, преимущество разборчатой плотины сводится лишь къ устраненію необходимости въ расчисткахъ и выправительныхъ работахъ выше Старо-Кайдакскаго порога, что даетъ экономіи около 800.000 руб., и въ возможности для судовъ лѣтомъ не подвергаться шлюзованію у этого порога.

Между тѣмъ, недостатки разборчатой плотины были бы весьма значительны; такого рода сооруженіе стоило бы гораздо дороже, чѣмъ глухая плотина *), и въ то же время стояла бы гораздо ниже послѣдней въ отношеніи удобствъ судоходства и эксплоатаціи водяной энергіи.

Дѣло въ томъ, что при разборчатыхъ плотинахъ необходимо убирать металлическія части при самомъ началѣ ледохода, такъ какъ иначе можетъ произойти обмерзаніе ихъ, что повлечетъ за собой невозможность своевременно открыть проходъ для льда черезъ плотину и будетъ угрожать разрушеніемъ всей

*) Далѣе приводится эскизный подсчетъ стоимости устройства Лоханской плотины по типу плотины Позъ.

плотины напоромъ льда. Такимъ образомъ, судоходство придется прекращать, спуская изъ подпертаго бьефа воду при первомъ появленіи льда, между тѣмъ какъ въ примыкающихъ къ порогамъ участкахъ рѣки судоходство можетъ продолжаться съ небольшими перерывами до самаго ледостава. Съ такимъ стѣсненіемъ можно было бы примириться, если бы со времени перваго ледохода до закрытія навигаціи проходило не болѣе нѣсколькихъ дней. Но, какъ видно изъ приложеннаго графика, обычное явленіе на Днѣпрѣ составляютъ ранніе ледоходы, которые часто продолжаются, съ перерывами, болѣе мѣсяца.

Для города Кременчуга составлена слѣдующая таблица начала ледохода и ледостава.

| Годы. | Начало ледохода. | Начало ледостава. | Число дней между первымъ льдомъ и ледоставомъ. |
|---|---|---|---|
| 1881 | 26 октября | 5 декабря | 41 |
| 1882 | 5 ноября | 21 ноября | 15 |
| 1883 | 24 ноября | 29 ноября | 5 |
| 1884 | 8 ноября | 31 декабря | 53 |
| 1885 | 8 ноября | 14 декабря | 36 |
| 1886 | 1 янв. 1887 г. | 3 янв. 1887 г. | 2 |
| 1887 | 6 ноября | 24 декабря | 48 |
| 1888 | 25 октября | 2 декабря | 38 |
| 1889 | 22 ноября | 2 декабря | 10 |
| 1890 | 7 ноября | 18 ноября | 12 |
| 1891 | 25 октября | 6 янв. 1892 г. | 73 |
| 1892 | 12 ноября | 16 ноября | 3 |
| 1893 | 24 ноября | 1 декабря | 7 |
| 1894 | 15 ноября | 14 декабря | 29 |
| 1895 | 15 ноября | 3 декабря | 18 |
| 1896 | 2 ноября | 12 ноября | 10 |
| 1897 | 28 октября | 26 ноября | 29 |
| 1898 | 4 декабря | 31 декабря | 27 |
| 1899 | 4 ноября | 30 ноября | 26 |
| 1900 | 31 октября | 18 декабря | 48 |

При существованіи разборчатой плотины, въ 1891 году пришлось бы, слѣдовательно, сократить періодъ навигаціи въ порогахъ на 73 дня по сравненію съ прилегающими участками Днѣпра, и притомъ въ осеннее время, когда происходитъ наиболѣе усиленное движеніе по вывозкѣ хлѣба новаго урожая. Между тѣмъ, при глухихъ плотинахъ судоходство можетъ совершаться до самаго ледостава.

Еще тяжелѣе замѣна глухой плотины разборчатою отразилась бы на эксплоатаціи гидравлической энергіи. Фактически послѣдняя свелась бы къ нулю, такъ какъ достаточный рабочій напоръ поддерживался бы только въ теченіе времени отъ конца весенняго паводка до начала осенняго ледохода, т. е. 4—5 мѣсяцевъ. Такое кратковременное полученіе энергіи дѣлало бы совершенно невыгоднымъ устройство станціи и пришлось бы отказаться отъ эксплоатированія гидравлической энергіи. Между тѣмъ Лоханская плотина по варіанту Кіевскаго Округа въ состояніи дать до 10.000 лош. силъ, отказываться отъ которыхъ навсегда, очевидно, нежелательно. Если въ ближайшемъ будущемъ Лоханскую станцію и не строить, то изъ этого не слѣдуетъ, что она не понадобится въ будущемъ при развитіи промышленной жизни края.

Для возможности сравненія стоимостей глухой и разборчатой плотинъ составленъ эскизный варіантъ устройства плотины по типу Позъ.

Отверстіе водосливной части опредѣлено по формулѣ затопленнаго водослива

$$Q = b\sqrt{2g}\ \Big[{}^2/_3\,\mu\,(S'^{\,3/2}_1 - S'^{\,3/2}_0) + \mu_1\Big(H_2 - \frac{v^3}{3g}\Big)\sqrt{S'_1}$$

гдѣ:

$Q$—расходъ воды—2.000 кб. саж. въ секунду,

$b$—длина водослива,

$g$—ускореніе силы тяжести—4.597 саж. въ сек.,

$S'_0 = \frac{C_2}{2g}$, причемъ С—скорость подходящей воды—0,682 саж./с.,

$$S'_1 = S'_0 + H_1 + \frac{v^2}{3g} = \frac{0{,}682^2}{2 \times 4{,}597} + 0{,}53 + \frac{0{,}834^2}{3 \times 4{,}597} = 0{,}05 + $$
$$+ 0{,}53 + 0{,}05 = 0{,}63 \text{ саж.},$$

$V$—скорость отходящей воды—0,834 саж./сек.,

$H_1$—напоръ на водосливѣ—0,53 саж.,

$H_2$—глубина на водосливѣ—3,82 саж.,

Принимая, по Толкмиту, что для водосливовъ съ поставленными на нихъ быками

$$\mu = \mu_1 = 0{,}65,$$

получимъ:

$$Q = 2000 = b\sqrt{2 \times 4{,}597 \times}\left[\frac{2}{3} \times 0{,}65 \times [0{,}630^{3/2} - 0{,}050^{3/2}] + \right.$$
$$\left. + 0{,}65 \times [3{,}82 - 0{,}05] \times 0{,}63^{1/2}\right],$$

откуда

$$b = 306 \text{ саж.}$$

Пролеты между быками желательно принять какъ можно болѣе для лучшаго пропуска льда. Но въ виду того, что существующія плотины избраннаго типа имѣютъ пролеты саженъ въ 10—20, представляется рискованнымъ итти въ этомъ отношеніи слишломъ далеко. Поэтому за предѣльную величину разстоянія между гранями быковъ взято 25 саж.

Вѣсъ мостовыхъ фермъ опредѣленъ слѣдующимъ образомъ:

Отверстіе моста 25 саж. по низу и 25,60 саж. на уровнѣ подферменныхъ площадокъ. Расчетный пролетъ опредѣлился по формулѣ $l = (1 + 0{,}035) \times 25{,}6 = 26{,}5$ саж. $= 56{,}54$ метра; по *Rölle* вѣсъ досчатаго настила для проѣзда легкихъ фуръ $=$ $= 130$ кил./метр.$^2$; вѣсъ металла въ проѣзжей части колеблется при досчатомъ настилѣ и легкихъ фурахъ отъ $90 + 2{,}5\ l$ до $200 + 2{,}0\ l$ на кв. метръ полотна, что для нашего случая дастъ отъ 235 до 313 кил./метр.$^2$.

Принимая среднюю величину для вѣса желѣза въ проѣзжей части въ 250 кил./метр.$^2$, найдемъ вѣсъ пог. метра проѣзжей части при ширинѣ полотна въ 4,5 саж. $= 9{,}60$ метр.

$$(130 + 250) \times 9{,}6 = 3648 \text{ кил.}$$

По формулѣ Шведлера полный собственный вѣсъ пролетнаго строенія для фермъ съ прямолинейными поясами на 1 пог. метръ равенъ:

$$p = \frac{TR + 16,66\, kl\, \left(\frac{l}{bh} + \frac{1}{2}\right)}{R - 13,65\, l \left(\frac{l}{bh} + \frac{1}{2}\right)}$$

Здѣсь $T$ вѣсъ проѣзжей части $= 3,648$ тн./метр.

$R$ допускаемое напряженіе

$$750 + 2\, l = 863 \text{ кил./сант.}^2 = 8630 \text{ тн./метр.}^2$$

$k$ подвижная нагрузка толпой въ 440 кил./метр.², что на пог. метръ моста составитъ:

$$440 \times 9,6 = 4224 \text{ кил.} = 4,224 \text{ тн./метр.}$$

$l$ — расчетный пролетъ моста — 56,54 метр.

$h$ — высота фермъ, равная $^1/_{10}\ l$.

Представляя эти величины въ формулу Шведлера получимъ:

$$p = 5,763 \text{ тн./метр.}$$

Вычитая отсюда вѣсъ настила, опредѣлимъ вѣсъ желѣза на пог. метръ моста

$$5,763 - 1,248 = 4,515 \text{ тн.} = 275,6 \text{ пуд.}$$

Полный вѣсъ желѣза въ одномъ пролетѣ

$$275,6 \times 56,54 = 15.582 \text{ пуда},$$

а въ 13 пролетахъ

$$15.582 \times 13 = 202.571 \text{ пуд.},$$

причемъ сюда не включенъ еще вѣсъ горизонтальной фермы воспринимающей давленіе концовъ стоекъ.

Стоимость пролетнаго строенія, считая по 3 рубля 50 коп. съ пуда, включая сюда и расходъ по постройкѣ настила, опоръ и проч., опредѣлилась въ

$$202.571 \times 3 \text{ р. } 50 \text{ к.} = 709.000 \text{ рублей.}$$

Мостовые быки спроектированы по типу быковъ въ плотинѣ Позъ съ усиліемъ задней части ихъ согласно большему отверстію плотины и увеличенному напору.

| | Въ плотинѣ Позъ. | Въ проектируемой плотинѣ. |
|---|---|---|
| Отверстіе плотины . . . . . | 15 с. | 25 с. |
| Наибольшій напоръ . . . . | 1,96 » | 2,86 » |

Быки облицованы сплошь, такъ какъ вода при открытіи щитовъ будетъ проходить съ весьма значительной скоростью подъ напоромъ, мѣняющимся отъ 2,86 с. до 0, 53 с. При такихъ условіяхъ необходимо предупредить возможность размыва кладки и разрушенія быковъ.

Стоимость быка опредѣлилась въ 96.325 рублей.

Устои имѣютъ одинаковый съ промежуточными опорами видъ, съ той разницей, что облицовка требуется лишь въ головной и конечной частяхъ устоя и одной боковой грани, обращенной къ пролету плотины. Другая же сторона, гдѣ не можетъ быть теченія, остается безъ облицовки. Въ связи съ сокращеніемъ нѣкоторыхъ другихъ расходовъ стоимость устоя понижается до 77.720 рублей.

Такимъ образомъ полная стоимость 12 быковъ и 2-хъ устоевъ опредѣляется въ

$$96.325 \text{ руб.} \times 12 + 77.720 \text{ руб.} \times 2 = 1.310.740 \text{ руб.}$$

Флютбетъ является одной изъ наиболѣе дорогихъ частей плотины, такъ какъ для упора стоекъ необходимо создать порогъ большого вѣса и крѣпости. Въ плотинѣ Позъ это достигается устройствомъ значительной части флютбета изъ тесаныхъ камней, размѣрами въ поперечномъ сѣченіи до 0,75 × 0,75 саж. Такой же типъ принятъ и для проектируемой плотины съ нѣкоторымъ усиленіемъ его, сообразно съ большими размѣрами плотины.

Части флютбета изъ бутовой кладки приданы такіе размѣры, чтобы быки находились въ предѣлахъ ея. Далѣе же за быками на протяженіи еще 5 саж. проектирована наброска изъ камня.

Стоимость пог. саж. флютбета опредѣлилась въ 5.750 руб., что при длинѣ его въ 325 с. составитъ

325 × 5.750 = 1.868.000 рублей.

Такимъ образомъ, стоимость плотины безъ подвижныхъ частей опредѣлилась въ

709.000 р. + 1.310.000 р. + 1.886.000 р. = 3.905.000 р.

Закрывающая отверстіе часть состоитъ изъ стоекъ, щитовъ или шторъ и механизмовъ.

Вѣсъ стоекъ былъ приблизительно подсчитанъ и оказался на 1 пог. саж. отверстія равнымъ 500 пуд., стоимостью 500 × 3 р. 50 к. = 1.750 рублей.

Щиты, при стоимости на кв. саж. около 20 руб.. обойдутся на пог. саж. отверстія въ 4,35 × 20 = 87 р. 00 к., что вмѣстѣ съ цѣной желѣзныхъ частей даетъ 1.750 р. + 87 р. = 1.837 руб.

Полная стоимость подвижныхъ частей на всю длину плотины

1.837 р. × 325 = 597.000 руб.

Остается еще открытымъ вопросъ о механизмахъ. Опредѣлить точно стоимость ихъ безъ подробнаго расчета довольно трудно, такъ какъ примѣровъ такихъ крупныхъ устройствъ не имѣется; болѣе или менѣе аналогичные механизмы для шлюзныхъ воротъ обойдутся въ 70.000 рублей, между тѣмъ усилія въ нихъ будутъ во много разъ меньше. Считаясь съ этимъ, принято приблизительно, что для плотины механизмы обойдутся не менѣе, чѣмъ въ 300.000 руб.

Полная стоимость плотины, такимъ образомъ, можетъ быть принята равной

3.905.000 р. + 597.000 р. + 300.000 р. = 4.802.000 руб.

Для повѣрки правильности выведенной цифры обратимся къ стоимости существующихъ сооруженій.

Плотина Позъ обошлась въ 16.536 фр. на 1 пог. метръ отверстія, что соотвѣтствуетъ стоимости пог. саж. въ рубляхъ

16.536 × 0,375 × 2,1336 = 13.230 р. 45 к.

При такой цѣнѣ проектируемая плотина обошлась бы въ

13.230 р. 45 к.×325=4.399.000 руб.

Какъ видно отсюда, приведенный приблизительный подсчетъ слѣдуетъ признать скорѣе преуменьшеннымъ, что подтверждается слѣдующей таблицей.

| | Проектируемая плотина. | Плотина Позъ. | Разница въ %. |
|---|---|---|---|
| Стоимость плотины, длин. въ 325 саж. | 4.802.000 р. | 4.300.000 р. | 11,6% |
| Ширина пролета . . . | 25 с. | 15 с. | 66.6% |
| Подпоры на плотинѣ | 2,86 | 1,96 | 45,9% |
| Высота воды надъ королемъ . . . . . . . | 4,35 | 2,34 | 85,8% |

Всѣ величины, вліяющія на стоимость плотины—ширина пролета, подпоръ, глубина надъ королемъ — увеличились въ проектируемой плотинѣ по сравненію съ плотиной Позъ на 45—85%, сама же стоимость всего лишь на 11,6%.

Кромѣ устройства водосливной части плотины, необходимо имѣть въ виду еще устройство незатопляемыхъ дамбъ, сопрягающихъ водосливъ съ берегами.

Въ руслѣ рѣки предположено построить каменную дамбу, по поймѣ—земляную. Непроницаемость послѣдней достигается покрытіемъ ея бетономъ, толщиною 0,60 саж., который въ свою очередь защищается каменной кладкой, толщиною въ 0,30 с. Это упрощенный типъ дамбы въ Oregon.

Стоимость этихъ дамбъ опредѣлилась:

каменной, при длинѣ въ 56 + 58 = 114 с. и цѣнѣ за пог. саж. въ 1.438 руб.,—

1.438 × 114 = 164.000 руб.

и земляной, при длинѣ въ 360 с. и цѣнѣ за пог. саж. въ 612 р. 92 к.,—

612 р. 92 к. × 360 = 220.000 руб.,

всего же 384.000 руб.

Такимъ образомъ, полная стоимость подъемной плотины съ дамбами опредѣлилась въ

4.802.000 р. + 384.000 р. = 5.186.000 р.,

стоимость же глухой плотины составляетъ 1.336.000 руб., т. е. менѣе на

3.850.000 руб.

Но необходимо имѣть въ виду, что при помощи подъемной плотины возможно, не увеличивая весенняго горизонта, держать меженнюю воду значительно выше, чѣмъ при глухой плотинѣ. Поднимая ее настолько, чтобы затопить Кайдакскій порогъ и Архіерейскую забору, мы тѣмъ самымъ дѣлаемъ излишними всѣ работы по выправленію и углубленію рѣки отъ Екатеринослава до Кайдакъ, что дастъ экономію до 800.000 рублей. Однако это сокращеніе въ большей части поглощается новымъ расходомъ, связаннымъ съ повышеніемъ меженняго горизонта, а именно отчужденіемъ заливныхъ луговъ по р. Самарѣ. При устройствѣ глухой плотины предполагался подпоръ у устья р. Самары—лѣтомъ нулевой и при самомъ высокомъ горизонтѣ—всего 0,06 с., то есть практически устье р. Самары не подпиралось. Если же поднять лѣтній горизонтъ здѣсь до отмѣтки проекта инж. Рундо, т. е. до 28,50 саж., то это создастъ затопленіе береговъ на высоту 0,71 с. Для Днѣпра, гдѣ берега и пойма возвышены, отчужденіе при такихъ условіяхъ потребуетъ небольшихъ расходовъ. Иное дѣло р. Самара, проходящая въ видѣ многочисленныхъ рукавовъ по низкой, едва поднятой надъ меженнемъ уровнемъ воды, поймѣ съ отдаленными берегами. Здѣсь окажется залитой рѣчная долина до самаго Новомосковска, при чемъ ширина разлива въ иныхъ мѣстахъ дойдетъ до 1½ версты. Если же считать и ту полосу луговъ, которая окажется заболоченной вслѣдствіе подъема грунтовыхъ водъ, то эту цифру придется увеличить еще весьма значительно—до 4 верстъ. Въ общемъ по р. Самарѣ придется отчудить по крайней мѣрѣ до 1.200 десятинъ цѣнной луговой земли, что обойдется около 1.200 × 400 р. = 480.000 рублей.

Такимъ образомъ, при условіи поддержки уровня воды, достаточнаго для созданія въ межень надлежащей глубины до самаго Екатеринослава, полный расходъ по устройству подъемной плотины опредѣлится въ

$$5.186.000 + 480.000 = 5.666.000 \text{ руб.}$$

Стоимость соотвѣтственныхъ работъ при устройствѣ глухой плотины

$$1.330.000 \text{ р.} + 800.000 = 2.130.000 \text{ руб.},$$

т. е. менѣе на

3.536.000 рублей,

или, кругло, на $3^1/_2$ милл. рублей.

Такимъ образомъ слѣдуетъ признать, что устройство у Лоханскаго порога разборчатой плотины было бы невыгодно, неудобно для судоходства и нежелательно съ точки зрѣнія эксплоатаціи гидравлической энергіи.

Относительно второго вопроса—о нормальности оси плотины къ меженнему стрежню рѣки—необходимо отмѣтить, что плотина расположена нормально къ обоимъ ведущимъ берегамъ рѣки. Если обратить вниманіе на весеннюю пойму, то станетъ вполнѣ очевиднымъ, что плотина поставлена правильно, какъ разъ поперекъ весенняго русла рѣки. То обстоятельство, что меженній фарватеръ сейчасъ же за плотнной суживается и отходитъ къ правому берегу, нисколько не будетъ влiять на проходъ воды черезъ самую плотину, зависящій исключительно отъ конфигураціи вышележащаго участка рѣки; между тѣмъ послѣдній представляетъ изъ себя раструбъ, замыкаемый плотиной вполнѣ нормально къ его оси.

Конечно, вслѣдствіе такого расположенія плотины начнется усиленный размывъ лѣваго берега ниже плотины; но, такъ какъ вся эта мѣстность все равно подлежитъ отчужденію, размывъ же заливаемой низины лишь облегчитъ отходъ воды изъ-подъ расположенныхъ вблизи нея турбинныхъ устройствъ, то ничего нежелательнаго въ этомъ явленіи не имѣется.

# Способъ производства работъ по постройкѣ глухихъ плотинъ *).

При проектированіи глухихъ плотинъ, заграждающихъ во всю ширину столь многоводную рѣку какъ Днѣпръ, нельзя, конечно, ограничиться одними подсчетами устойчивости и стоимости сооруженія. Необходимо еще доказать, что работа эта технически выполнима и не потребуетъ слишкомъ большихъ накладныхъ расходовъ. Въ данномъ случаѣ приходится считаться, главнымъ образомъ, съ тремя факторами: со среднимъ меженнимъ расходомъ воды—около 125, а иногда и до 200 кб. саж. въ секунду; съ сильными ледоходами и весенними паводками, исключающими возможность оставленія въ руслѣ рѣки на весну какихъ-либо временныхъ сооруженій, и, наконецъ, съ характеромъ дна, каменистаго и неровнаго, не допускающаго примѣненія ни свайныхъ, ни ряжевыхъ перемычекъ.

Считаясь со всѣми перечисленными обстоятельствами, пришлось выработать такой способъ работъ, при которомъ весь меженній расходъ пропускался бы въ руслѣ самой рѣки. Нѣкоторую помощь въ случаѣ одновременнаго устройства какъ гидротехническихъ, такъ и гидроэлектрическихъ сооруженій, могли бы оказать бассейны, подводящіе воду къ турбиннымъ зданіямъ. Но пропускъ здѣсь воды не можетъ имѣть особаго значенія, такъ какъ дно бассейновъ находится на уровнѣ существующей поверхности воды. Такимъ образомъ черезъ нихъ пойдетъ лишь слой подпертой перемычками воды, увеличивать который свыше аршина—двухъ крайне нежелательно въ интересахъ упрощенія устройства перемычекъ. Судоходными же каналами для пропуска воды нельзя воспользоваться и вовсе,

*) См. особый листъ чертежей.

такъ какъ дно ихъ всего лишь на 1,14 с. ниже подпорнаго горизонта и нуженъ подъемъ воды въ 2—3 с., чтобы она направилась черезъ шлюзныя части. Вообще для пропуска воды можно разсчитывать лишь на тѣ устройства, которыя будутъ сдѣланы въ самомъ руслѣ рѣки.

При такихъ условіяхъ предполагается слѣдующій способъ производства работъ.

Работа по постройкѣ каждой плотины съ прилегающими къ ней сооруженіями распредѣляется на два года. Въ первый изъ нихъ въ руслѣ рѣки отдѣляется перемычками пространство, достаточное для устройства 70—80 пог. саж. плотины отъ берега. Такъ какъ при значительной ширинѣ рѣки стѣсненіе ея на 80—90 саж. явится незначительнымъ, то эта первая перемычка можетъ быть сдѣлана песчаной. Необходимо лишь, для защиты ея отъ теченія, въ зависимости отъ силы послѣдняго, устроить одну или нѣсколько линій щитовъ для отклоненія рѣчныхъ струй. Въ аналогичныхъ условіяхъ песчаныя перемычки уже не разъ примѣнялись въ Екатеринославскомъ Отдѣленіи и всегда съ полнымъ успѣхомъ. Матеріалъ для обсыпки имѣется въ видѣ большихъ отмелей вблизи всѣхъ плотинъ, за исключеніемъ Федоровской. Но и здѣсь буреніе показало, что поверхъ скалистаго ложа лежитъ слой песка толщиною въ среднемъ до 0,40 с., что вполнѣ достаточно для обсыпки перемычки.

Въ огражденномъ такимъ образомъ пространствѣ могутъ быть произведены съ водоотливомъ всѣ работы какъ по возведенію самой плотины, такъ и по устройству особыхъ приспособленій, рѣчь о которыхъ будетъ итти дальше. Въ этой строящейся въ первую очередь, части плотины оставляются отверстія шириною по 5 саж. и высотою 2,75 саж., съ разстояніемъ между ними въ 3½ саж. Отверстія перекрываются сводами. Давленіе, принимаемое послѣдними отъ вышележащей кладки, передается ими на опорныя части, гдѣ напряженіе достигаетъ до $8^1/_2 \frac{klgr.}{cmtr.^2}$, что значительно меньше допустимаго для гра-

нитной кладки. Дно этихъ отверстій лежитъ на уровнѣ флютбета плотины, и такимъ образомъ проходящая черезъ нихъ вода встрѣчаетъ вполнѣ укрѣпленное ложе. Число отверстій — различное для каждой изъ плотинъ и, какъ максимумъ, 7.

Плотина въ предѣлахъ перемычки выводится на полную высоту и заканчивается къ осени, когда щиты и перемычки должны быть убраны. На слѣдующій годъ строится перемычка для всей остальной части плотины, причемъ все теченіе рѣки отводится къ оставленнымъ въ готовой части плотины отверстіямъ. Данныя наблюденій за 34-хъ-лѣтній періодъ показали, что высокія воды быстро падаютъ въ теченіе мая и первой пловины іюня, приближаясь 15 іюня кк отмѣткѣ—0,10 с. по Лоцманско-Каменской рейкѣ. Но все-таки во многіе годы въ это время вода держится еще сравнительно высоко, доходя даже до+0,52 с. Наоборотъ, къ 1 іюля горизонты рѣдко превосходятъ отмѣтку—0.10 с. и максимумомъ для нихъ является отмѣтка+0,19 с. Расходъ воды при первомъ изъ этихъ горизонтовъ равенъ 125 кб. саж. въ сек., при второмъ 200 кб. саж. въ сек. Такимъ образомъ, начиная рабочій періодъ 15 іюня или—при долгомъ стояніи высокихъ водъ—1 іюля, придется считаться съ необходимостью пропуска расхода въ 125 кб. саж. при нормальныхъ условіяхъ и въ 200 кб. саж. при повышенныхъ скоростяхъ.

Расчетъ отверстій былъ произведенъ для Федоровской плотины, гдѣ глубины рѣки при естественномъ состояніи достигаютъ 2 саж. и поэтому условія постройки перемычекъ являются наиболѣе затруднительными. Допущеніе здѣсь сколько нибудь значительнаго подпора, хотя и дало бы возможность пропустить расходъ рѣки въ меньшее количество отверстій, но зато могло бы тяжело отразиться на состояніи перемычекъ.

По расчету оказалось, что при 7 отверстіяхъ общей длиной въ 35 с. и горизонтѣ—0,10 с. по Лоцманско - Каменской рейкѣ подпоръ воды у отверстій достигаетъ 0,40 с. и скорость прохода воды—1,65 с. въ сек. Такая величина подпора не пред-

ставитъ еще особыхъ затрудненій при устройствѣ перемычекъ, высота которыхъ можетъ быть принята 2,5 саж. При особо неблагопріятныхъ условіяхъ, когда расходъ воды можетъ достигнуть до 200 куб. саж., подпоръ воды увеличится до 0,70 с. и скорости—до 2,5 с. въ сек. Въ такой годъ высоту перемычки пришлось бы увеличить до 3,15 с.

Само собой разумѣется, что передъ приступомъ къ работамъ для каждой плотины долженъ быть произведенъ особый, самый точный, расчетъ какъ числа отверстій, такъ и подпоровъ и высоты перемычекъ, такъ какъ всѣ эти величины зависятъ отъ глубины рѣки и могутъ колебаться въ значительныхъ предѣлахъ.

Для того, чтобы подвести теченіе къ отверстіямъ, выше ограждаемой перемычкой второй очереди частью рѣки должна быть поставлена цѣлая система струеотводныхъ щитовъ, обезпечивающая спокойное состояніе воды у самой перемычки.

Послѣдняя предположена двухъ типовъ. Задняя стѣнка, обращенная къ низовой, совершенно спокойной водѣ, можетъ быть сдѣлана по обычному типу песчаныхъ перемычекъ. Наоборотъ, для передней и боковой стѣнокъ, вдоль которыхъ могутъ существовать значительныя теченія, песокъ приходится признать недостаточно надежнымъ матеріаломъ. Здѣсь предположено примѣнить глиняную перемычку между двухъ рядовъ особаго устройства козелъ, внутреннія грани которыхъ обшиваются досками, такъ что образуются ящики шириною въ 3 саж., заполняемые глиной. Козлы спроектированы такимъ образомъ, что, благодаря шарнирамъ, могутъ устанавливаться на неровныхъ мѣстахъ, сохраняя въ то же время надлежащее положеніе своихъ внутреннихъ граней.

Въ огражденномъ такими перемычками пространствѣ производятся съ водоотливомъ всѣ работы по постройкѣ плотины до самаго верха, послѣ чего перемычки и охранительные щиты разбираются.

Самая трудная часть работъ состоитъ въ задѣлкѣ бутовой

кладкой отверстій первой части плотины по минованіи въ нихъ надобности. Для этого является необходимымъ, во-первыхъ, закрыть отверстіе съ напорной стороны, а во-вторыхъ, оградить пространство ниже отверстій отъ переливающейся черезъ плотину воды. Вторая цѣль достигается при помощи установки по гребню и откосу плотины небольшихъ фермъ типа Поаре высотой около 0,75 с., закладываемыхъ въ особые, вставленные заранѣе въ кладку, подшипники; послѣдніе устроены нѣсколько ниже поверхности плотины съ тѣмъ расчетомъ, чтобы ихъ можно было залить потомъ бетономъ.

Передъ подшипниками въ кладкѣ имѣются углубленія для свободной установки и съемки фермъ. Устройство соединительныхъ связей между фермами и щитовъ не можетъ представлять затрудненій.

Закрытіе отверстій предполагается произвести при помощи батопортовъ, помѣщенныхъ заранѣе въ рѣкѣ на особые уложенные на-сухо при постройкѣ первой части плотины, рельсы. Форма батопортамъ придана такая, чтобы они какъ можно лучше сопротивлялись опрокидыванію отъ удара струи съ низовой стороны, могущаго имѣть значительную величину въ послѣднія минуты передъ закрытіемъ отверстій. Въ это время теченіе будетъ съ силой обходить батопорты, стремясь попасть въ узкіе проходы между ними и стѣнкой и производя здѣсь сильные толчки.

Батопорты спускаются по теченію на цѣпяхъ, управленіе которыми производится съ плавучихъ платформъ, установленныхъ выше и ниже плотины. Само собой разумѣется, что закрѣпленіе такихъ платформъ должно быть вполнѣ надежное—на мертвыхъ якоряхъ или желѣзныхъ паляхъ. Благодаря возможности придать батопортамъ любую степень плавучести, можно разсчитывать на легкій и свободный спускъ ихъ къ отверстіямъ. Плотность закрытія отверстія обезпечивается заложенными въ кладку желѣзными рамами и особыми кожаными прокладками.

По установкѣ батопортовъ необходимо только устроить еще одну песчаную перемычку—продольную, ниже флютбета и соединить ее со стѣнками типа Поаре. Тогда получится полное огражденіе пространства, гдѣ расположены выходные концы отверстій плотины, и задѣлка ихъ бутовой кладкой можетъ быть произведена на-сухо.

По окончаніи работъ батопорты должны быть подняты. Для этого достаточно наполнить водой пространство между ними и кладкой плотины при помощи особаго проходящаго черезъ батопортъ водопровода. По уравновѣшеніи давленій съ обѣихъ сторонъ батопорты могутъ быть легко отведены по рельсамъ вверхъ отъ плотины и здѣсь, путемъ откачки водяного балласта, подняты на поверхность.

Всѣ приспособленія, батопорты, фермы Поаре, козлы и деревянные щиты перемычекъ могутъ перевозиться отъ одной плотины къ другой съ дополненіемъ утраченнаго матеріала.

Что касается шлюзовъ, то распредѣленіе работы въ нихъ на два періода можетъ варьироваться въ зависимости отъ случайныхъ обстоятельствъ. Необходимо соблюдать лишь два условія: во-первыхъ, чтобы работы по выемкѣ скалистаго грунта въ шлюзахъ и каналахъ велись съ такимъ расчетомъ, чтобы не было недостатка въ камнѣ для постройки плотинъ, и, во-вторыхъ, чтобы всѣ работы здѣсь были закончены раньше, чѣмъ начнется задѣлка отверстій въ плотинѣ и связанный съ нею подъемъ горизонта воды.

# СМѢТНОЕ ИСЧИСЛЕНІЕ

на вспомогательныя работы по возведенію глухихъ плотинъ.

| | Количество. | По цѣнѣ. Первая плотина. | По цѣнѣ. Каждая изъ остальныхъ плотинъ. | На сумму. Первая плотина. | На сумму. Каждая изъ остальныхъ плотинъ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Рублей. | | | |
| **I. Первая перемычка.** | | | | | |
| 1. Устройство струеотбойныхъ щитовъ при средней глубинѣ 6 арш. . . . . . . . пог. саж. | 350 | 90 | 50 | 31.500 | 17.500 |
| 2. Устройство песчаной перемычки при средней глубинѣ 6 арш. пог. саж. 2 × 90 + 150 . . . . . | 330 | 50 | 25 | 16.500 | 8.250 |
| 3. Содержаніе трехъ водоотливныхъ снарядовъ въ теченіе 4 мѣсяцевъ, всего мѣсяцевъ . . . . . . | 12 | 850 | 850 | 10.200 | 10.200 |
| 4. Содержаніе и охрана перемычки . . . . мѣсяц. | 4 | 1.500 | 1.500 | 6.000 | 6.000 |
| 5. Устройство сводовъ кб. саж. 7 × 14 . . . . . . | 98 | 1.000 | 1.000 | 98 000 | 98.000 |
| 6. Устроить приспособленіе для спуска батопортовъ . | 1 | 10.000 | 10.000 | 10.000 | 10.000 |
| Итого . . | — | — | — | 172.200 | 149.950 |
| **II. Перемычка вторая.** | | | | | |
| 1. Устройство струенаправляющихъ щитовъ при средней глубинѣ 6 арш. . . . . . . . . пог. саж. | 2.000 | 90 | 50 | 180.000 | 100.000 |
| 2. Устройство глиняной перемычки при средней глубинѣ 6—7½ арш. . | 500 | 400 | 250 | 200.000 | 125.000 |
| 3. Устройство песчаной перемычки при средней глубинѣ 6 арш. . пог. саж. | 400 | 50 | 25 | 20.000 | 10.000 |

| | Количество. | По цѣнѣ. Первая плотина. | По цѣнѣ. Каждая изъ остальныхъ плотинъ. | На сумму. Первая плотина. | На сумму. Каждая изъ остальныхъ. плотинъ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Рублей. | | | |
| 4. Содержаніе 4 водоотливныхъ снарядовъ въ теченіе 5 мѣсяцевъ, всего мѣсяцевъ . . . . . . . | 20 | 850 | 850 | 17.000 | 17.000 |
| 5. Содержаніе и охрана перемычки . . . . мѣсяц. | 5 | 4.000 | 4.000 | 16.000 | 16.000 |
| Итого . . | — | — | — | 433.000 | 268.000 |
| **III. Перемычка третья.** | | | | | |
| 1. Устройство перемычки на фермахъ Поаре при высотѣ ихъ до 1,0 саж. . п. с. | 150 | 60 | 30 | 9.000 | 4.500 |
| 2. Устройство песчаной перемычки при средней глубинѣ 6 арш. . . пог. саж. | 90 | — | 25 | 4.500 | 2.250 |
| 3. Содержаніе 3 водоотливныхъ снарядовъ мѣсяц. 3 × 1 . . . . . . . | 3 | 850 | 850 | 2.550 | 2.550 |
| 4. Содержаніе и охрана перемычки мѣсяц. . . . . | 1 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 5. Устройство, спускъ и подъемъ батопортовъ съ необходимыми приспособленіями . . . . . . . | 7 | — | — | 100.000 | 30.000 |
| Итого . . | — | — | — | 117.050 | 40.300 |
| Всего . . . . . | — | — | — | 722.250 | 458.250 |

Полный расходъ:

При постройкѣ первой плотины . . . . . 722.250 р.

» постройкѣ трехъ остальныхъ плотинъ 1.374.750 »

Итого . 2.097.000 р.

Или кругло . . . 2.100.000 р.

## Шлюзы и деривацiонные каналы.

Въ виду существованiя на Днѣпрѣ значительнаго сплава лѣса и во избѣжанiе задержекъ судоходства при проходѣ черезъ шлюзы съ весьма значительными подпорами, предполагается, какъ и въ проектѣ инж. Рундо, шлюзы устроить вездѣ парными, т. е. помѣщать по два шлюза, одинъ рядомъ съ другимъ, въ общемъ деривацiонномъ каналѣ.

Ширина каждаго шлюза назначена въ 8 саж. въ свѣту, глубина на короляхъ—не менѣе 8 фут. = 1,14 саж. *), длина же одного изъ шлюзовъ—90 саж., другого—45 саж.; первый предназначается главнымъ образомъ для пропуска цѣлыхъ каравановъ судовъ, а второй, меньшiй,—для пропуска плотовъ и отдѣльныхъ пароходовъ.

Шлюзы помѣщаются большею частью въ выемкѣ скалистаго берега и отдѣляются отъ рѣки и другъ отъ друга стѣнками изъ каменной кладки на цементѣ, въ толщѣ которыхъ устраиваются, по всей длинѣ шлюзовъ, водопроводныя галлереи, двѣ для большого шлюза (въ рѣчной и въ промежуточной стѣнкахъ) и и одна для малаго шлюза (въ промежуточной стѣнкѣ); галлереи эти соединяются со шлюзными камерами цѣлымъ рядомъ боковыхъ отверстiй, и такимъ образомъ при наполненiи камеръ вода поступаетъ въ нихъ по всей ихъ длинѣ, что позволяетъ достичь наибольшаго сокращенiя времени наполненiя безъ образованiя опасныхъ для судовъ водоворотовъ и волнъ. Предѣлъ скорости наполненiя камеры обусловленъ, согласно указанiямъ опыта, тѣмъ, что скорость повышенiя уровня воды въ камерѣ никогда не должна превосходить 0,01 саж. въ секунду.

Однако, если бы давать водопроводнымъ галлереямъ во всѣхъ шлюзахъ сѣченiя, опредѣленныя только по такому условiю, то шлюзы съ меньшимъ напоромъ наполнялись бы быстрѣе дру-

*) Кромѣ Кичкасскаго шлюза, гдѣ глубина на короляхъ—1,50 саж., въ виду особыхъ соображенiй, изложенныхъ далѣе.

гихъ и, слѣдовательно, обладали бы большей пропускной способностью, отнюдь не увеличивающей пропускной способности всего порожистаго участка, а потому безполезной; между тѣмъ излишнее увеличеніе размѣровъ водопроводовъ вызываетъ и лишніе расходы; поэтому при детальномъ проектированіи сѣченія водопроводныхъ галлерей будутъ выбраны такимъ образомъ, чтобы всѣ шлюзы имѣли одинаковое время наполненія и опоражниванія, а, слѣдовательно, и одинаковую пропускную способность. Способность эта., при проектируемыхъ шлюзахъ, будетъ не менѣе: для большого шлюза—20 шлюзованій въ каждую сторону въ сутки, для малаго шлюза—34 шлюзованій въ одну сторону въ сутки.

Для уменьшенія объема выемки скалистаго грунта и для облегченія верхнихъ воротъ всѣ шлюзы проектированы со стѣнкой паденія.

Болѣе подробные расчеты времени шлюзованія, размѣровъ водопроводныхъ галлерей и вѣса двустворныхъ шлюзныхъ воротъ приведены въ XXVI вып. «Матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ», посвященномъ проекту инж-овъ Рундо и Юскевича.

Главные элементы проектируемыхъ шлюзовъ приводятся въ слѣдующей таблицѣ (все въ саженяхъ): (См. стр. 61).

Благодаря положенію плотинъ ниже пороговъ деривационные каналы по варіанту Кіевскаго Округа значительно сократились сравнительно съ предположенными инженеромъ Рундо; въ проектѣ 1911 г., при длинѣ каналовъ до 2-хъ верстъ и болѣе, необходимо было заставить ихъ обслуживать интересы и судоходства, и турбинныхъ станцій, взаимно исключающіе другъ друга. Съ одной стороны, для удобства движенія судовъ, желательно возможное уменьшеніе скоростей, особенно въ виду одновременнаго движенія въ каналѣ судовъ и плотовъ, трудно поддающихся управленію. Съ другой стороны, наоборотъ, для полученія достаточнаго расхода воды на турбинахъ выгоднѣе увеличивать скорости въ подводящемъ каналѣ до возможнаго предѣла, чтобы уменьшить объемъ выемки канала.

| Наименованіе шлюза. | Отмѣтки горизонтовъ. | | | | Амплитуда колебаній уровня воды въ камерѣ. | Напоры. | | Высота стѣнъ. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Верхняго бьефа. | | Нижняго бьефа. | | | Наиб. (при отм. —0,60 с.). | Наим (при отм. +2,65 с.) | По данному варіанту [1]). | Предполагалось по проекту инж. Рундо. |
| | При отмѣткѣ + 2,65 с. | При отмѣткѣ — 0,60 с. | При отмѣткѣ + 2,65 с. | При отмѣткѣ — 0,60 с. | | | | | |
| | По Лоцм.-Каменскому водомѣрному посту. | | | | | | | | |
| Ст.-Кайдакскій . | 30,48 | 27,67 | 29,95 | 27,03 | 3,45 | 0,64 | 0,53 | 4,84 | — |
| Лоханскій . . . | 28,85 | 27,00 | 28,32 | 25,64 | 3,21 | 1,36 | 0,53 | 4,60 | 6,21 |
| Ненасытецкій . | 27,33 | 25,60 | 24,60 | 21,41 | 5,92 | 4,19 | 2,73 | 7,21 | 7,10 |
| Федоровскій . . | 23,66 | 21,35 | 20,92 | 17,02 | 6,64 | 4,33 | 2,74 | 8,01 | 8,02 |
| Вильный . . . . | 19,46 | 17,00 | 17,82 | 12,97 | 6,49 | 4,03 | 1,64 | 7,96 [2]) | 7,66 |
| Кичкасскій . . . | 17,28 | 15,15 [4]) | 16,12 | 14,59 [4]) | 2,69 | 1,44 [4]) | 1,14 | 4,44 [3]) | — |

[1]) Складывается изъ слѣдующихъ величинъ: амплитуда колебанія уровня воды въ камерѣ; глубина на короляхъ (1,14 с.); запасъ высоты стѣнъ надъ самымъ высокимъ уровнемъ (0,25 с.).

[2]) Принято во вниманіе, въ виду значительной длины деривaціоннаго канала, весеннее паденіе уровня воды на его протяженіи, равное 0,08 с.

[3]) Глубина на короляхъ принята въ 1,50 саж.

[4]) При горизонтѣ + 1,00 по Лоцм.-Кам. водом. п., когда судоходство можетъ совершаться по свободной рѣкѣ, безъ помощи шлюзовъ.

Считая невозможнымъ устройство отдѣльныхъ каналовъ для турбинныхъ станцій, въ виду большой длины ихъ, инженеры Рундо и Юскевичъ прибѣгли къ компромиссу, допустивъ поверхностныя скорости въ деривaціонномъ каналѣ до 4,5 фута въ секунду. Ширина каналовъ была принята ими въ 20—25 с. по дну, при глубинѣ до 3—3½ саж. и радіусахъ закругленій въ 200 с.

Постановка плотинъ, согласно варіанту Кіевскаго Округа, ниже пороговъ и сведеніе деривaціонныхъ каналовъ къ роли короткихъ, подводящихъ къ сооруженіямъ и отводящихъ отъ нихъ воду, руселъ позволили не считаться съ необходимостью во чтобы то ни стало уменьшать ихъ сѣченія во избѣжаніе чрезмѣрныхъ расходовъ. Поэтому можно было принять мѣры къ увеличенію удобствъ пользованія ими, для чего проектировано слѣдующее:

1. Каналы къ турбиннымъ зданіямъ отдѣлены отъ судоходныхъ каналовъ и расположены или на другой сторонѣ рѣки (Федоровская, Ненасытецкая и Лоханская плотины), или на той же сторонѣ, но совершенно отдѣльно отъ судоходнаго канала (Вильная плотина).

2. Ширина судоходныхъ каналовъ доведена до 30 саж. по дну и наименьшій радіусъ закругленій до 250 саж., что, въ связи съ отсутствіемъ теченія, должно весьма облегчить одновременное движеніе по каналамъ судовъ и плотовъ.

3. На ограждающихъ каналы дамбахъ устроены площадки для бечевниковъ на двухъ горизонтахъ—для низкаго, на высотѣ 0,50 саж. надъ низкимъ горизонтомъ, и для среднихъ горизонтовъ—по срединѣ откоса между нижней площадкой и гребнемъ дамбы. Площадки эти устроены по обѣимъ сторонамъ канала*).

Откосы каналовъ назначены или въ 1/10—при выемкѣ въ скалѣ, или двойные—при выемкѣ въ мягкомъ грунтѣ. Въ мѣстахъ перехода выемки отъ мягкихъ грунтовъ къ скалѣ проектиро-

*) Кромѣ канала у Лоханскаго сооруженія, какъ будетъ указано далѣе (стр. 65).

ваны бермы въ 0,50 саж. ширины для складыванія оползней. Откосы выемокъ въ мягкихъ грунтахъ вымащиваются. Выше естественной поверхности земли по обѣимъ сторонамъ канала устраиваются незатопляемыя дамбы съ гребнемъ на 0,50 саж. выше самаго высокаго горизонта. Въ зависимости отъ того, могутъ ли дамбы подмываться теченіемъ или нѣтъ, онѣ устраиваются изъ каменной наброски или изъ земли. Въ первомъ случаѣ гребень дамбы имѣетъ ширину въ 1,5 саж. при откосахъ—внутреннемъ, обращенномъ къ каналу, одиночномъ и наружномъ, подвергающемся дѣйствію текучей воды — двойномъ. Земляныя дамбы, образующія береговыя стѣнки канала, имѣютъ гребень шириною въ 1,5 саж., при обоихъ двойныхъ откосахъ. Со стороны канала и по гребню земляныя дамбы вымащиваются.

Глубина каналовъ значительно уменьшена по сравненію съ проектомъ Рундо и принята равной глубинѣ на короляхъ шлюза—въ 1,14 саж. Этимъ сокращено количество работъ по устройству ихъ, особенной же необходимости въ большихъ глубинахъ для каналовъ исключительно судоходныхъ не имѣется.

Передъ шлюзами съ верховой стороны каналы расширяются до 40 саж. по дну, образуя бассейны, длин. въ 90 саж., для отстаиванія судовъ. Очертаніе этихъ бассейновъ прямолинейное и закругленія каналовъ начинаются только выше бассейновъ. Верховый конецъ каналовъ проектированъ всюду съ такимъ расчетомъ, чтобы входъ въ нихъ былъ достаточно удаленъ отъ плотины и составлялъ возможно болѣе острый уголъ съ ходовымъ фарватеромъ рѣки.

Съ низовой стороны шлюзовъ также всюду имѣется прямой участокъ канала длиной не менѣе 50 саж. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ шлюзъ выходитъ непосредственно на рѣку, устроены оградительныя дамбы, за которыми возможно отстаиваніе судовъ. Типы проектируемыхъ каналовъ, въ зависимости отъ условія проведенія ихъ, показаны на прилагаемыхъ чертежахъ.

## Расположеніе отдѣльныхъ сооруженій. Кичкасскій каналъ, расчистки заборъ и регуляціонныя сооруженія.

Остановимся нѣсколько детальнѣе на описаніи расположенія плотинъ и другихъ сооруженій.

У Ст. Кайдакскаго порога работы ограничиваются устройствомъ обходного канала и шлюза, принимающаго на себя разность горизонтовъ выше и ниже порога.

Благодаря тому, что непосредственно выше порога расположенъ островъ Кайдачекъ, оказалось возможнымъ воспользоваться отчасти въ качествѣ дериваціоннаго канала протокомъ между этимъ островомъ и берегомъ, произведя лишь необходимыя расчистки. Такимъ образомъ подходъ къ шлюзу съ верховой стороны является достаточно удаленнымъ отъ самаго порога.

Ниже острова Кайдачка каналъ отдѣленъ отъ рѣки дамбой, которая должна быть непроницаемой для воды, потому что весной значительные уклоны распространяются вверхъ отъ порога до самаго острова Кайдачка и только выше послѣдняго начинается уже спокойная часть рѣки. Вся длина этого канала—900 саж. Наименьшій радіусъ закругленія—260 саж.

Въ устроенномъ такимъ образомъ каналѣ необходимо произвести расчистки до глубины въ 1,14 саж. Самый шлюзъ расположенъ сейчасъ же внизу порога для возможнаго уменьшенія скалистой выемки; одной стороной онъ примыкаетъ къ скаламъ праваго берега рѣки.

Ниже шлюза устраивается проницаемая дамба изъ каменной наброски для образованія спокойнаго бассейна передъ входомъ въ шлюзъ.

Мѣсто для Лоханской плотины выбрано на Богатырской заборѣ, гдѣ, во-первыхъ, рѣка имѣетъ достаточную ширину, а

во-вторыхъ—имѣется скалистая гряда, обнажающаяся какъ въ самомъ руслѣ рѣки, такъ и по берегамъ ея, т. е. гранитъ выходитъ на поверхность. Мѣсто для турбиннаго зданія выбрано съ лѣвой стороны плотины, гдѣ имѣется широкая низина, покрытая слоемъ мягкихъ грунтовъ, что удешевляетъ устройство бассейновъ, подводящихъ и отводящихъ воду для турбинъ.

Для дальнѣйшаго отвода отработанной воды по низинѣ проектировано устройство особаго канала глубиною до 1,90 саж. и шириною 40 саж.

Шлюзы поставлены съ правой стороны плотины, гдѣ берегъ имѣетъ обрывистый характеръ и состоитъ изъ скалистыхъ залеганій. Чтобы по возможности удалить отъ плотины входъ сверху въ деривацiонный каналъ, можно воспользоваться Стрѣльчимъ островомъ, какъ оградительной дамбой, и провести каналъ, длиною отъ входа до шлюза 400 саж. при радiусѣ закругленія не менѣе 250 саж., въ протокъ между нимъ и берегомъ, какъ это показано на планѣ; при такомъ устройствѣ входъ въ каналъ оказывается вполнѣ удобнымъ и совершенно удаленнымъ отъ теченія. Однако такое направленіе канала связано съ значительнымъ объемомъ выемки въ скалѣ, такъ какъ берегъ здѣсь очень высокъ и состоитъ изъ сплошного гранита, и для того, чтобы не производить чрезмѣрныхъ расходовъ, пришлось отказаться отъ устройства здѣсь бечевниковъ по той сторонѣ канала, которая примыкаетъ къ берегу, и допустить вертикальный откосъ. Нижній каналъ имѣетъ длину около 225 саж.

Шлюзныя устройства пересѣкаютъ балку Майорку, которая весной даетъ нѣкоторое количество воды. Предположено засыпать наиболѣе глубокое мѣсто ея у стѣнъ канала и вдоль ихъ устроить выше уровня засыпки отводящій каналъ.

Ненасытецкая плотина съ обѣихъ сторонъ упирается въ высокіе скалистые берега. Поэтому въ смыслѣ количества работъ то или иное расположеніе турбинной станціи и шлюза не имѣетъ большого значенія. Но съ правой стороны Нена-

сытецкій порогъ занимаетъ меньшее протяженіе и ниже его имѣются глубокія мѣста, между тѣмъ какъ съ лѣвой скалистые выступы порога переходятъ въ мелкіе камни, идущіе далеко внизъ по теченію. При расположеніи здѣсь шлюза потребовались бы значительныя расчистки на выходѣ изъ него. Поэтому на лѣвомъ берегу предпочтительнѣе устроить турбинную станцію, расположивъ входъ въ ея бассейны по линіи берега, судовой же каналъ, длиною 270 саж., трассировать у праваго берега съ такимъ расчетомъ, чтобы использовать низину между высокимъ берегомъ и скалой «Монастырекъ» бывшаго Фалѣевскаго шлюза, тѣмъ болѣе, что и въ настоящее время подходъ къ этому мѣсту совершенно спокойный, что обезпечиваетъ удобство пользованія каналомъ.

Каналъ и шлюзы устроены въ откосѣ берега такъ, что одна стѣнка ихъ состоитъ изъ непроницаемой дамбы, а другая входитъ въ откосъ берега. Ниже шлюзовъ располагается бассейнъ шир. 40 саж., огражденный дамбой изъ каменной наброски.

Федоровская плотина имѣетъ разнохарактерные берега: лѣвый отлогій и прикрытый мягкими грунтами, а правый—высокій и скалистый. Для устройства шлюза выбранъ правый берегъ, такъ какъ сюда лежитъ теченіе и подходъ судовъ будетъ болѣе удобнымъ, лѣвый же берегъ имѣетъ нѣкоторую выпуклость, и судамъ пришлось бы, огибая ее, круто рѣзать теченіе.

Верхній судоходный каналъ имѣетъ длину 225 саж.

Шлюзныя устройства пересѣкаютъ небольшой оврагъ. Нижнюю часть его предполагается засыпать грунтомъ, полученнымъ при выемкѣ каналовъ, и на уровнѣ засыпки устроить отводящій каналъ. Въ виду значительной длины нижней части судового канала (245 саж.), ограждающей дамбы ниже его выхода не устраивается.

Бассейнъ для турбиннаго зданія проектированъ въ отлогомъ лѣвомъ берегу. Входъ въ него защищенъ незатопляемой дамбой, оканчивающейся головной частью изъ гранитной кладки для задѣлки рѣшетки.

У Вильнаго порога судоходный каналъ и турбинное зданіе располагаются рядомъ, по существующей у лѣваго берега низинѣ. Проведенный по ней судовой каналъ шир. 30 саж. и дл. 700 саж. начинается значительно выше плотины, что вполнѣ гарантируетъ удобный подходъ судовъ къ шлюзамъ. Снизу по выходѣ изъ шлюзовъ устроенъ бассейнъ, шир. 40 саж., огражденный дамбой изъ наброски. Голова дамбы расположена на линіи естественнаго урѣза воды. Турбинныя зданія расположены рядомъ со шлюзами, но отдѣлены отъ нихъ непроницаемой дамбой, примыкающей къ незатопляемому берегу. Такимъ образомъ судовой каналъ и турбинные бассейны совершенно изолированы другъ отъ друга.

Входъ въ бассейнъ при турбинныхъ зданіяхъ огражденъ дамбой, отводящей теченіе отъ берега къ плотинѣ. Голова дамбы устраивается изъ кладки на цементѣ и въ нее вдѣланъ одинъ изъ концовъ оградительной рѣшетки, другой конецъ которой входитъ въ тѣло плотины.

Самая плотина устроена затопляемой на протяженіи 320 саж., концы же ея подняты выше уровня самаго высокаго подпорнаго горизонта въ интересахъ полученія большаго напора.

Въ судоходныхъ цѣляхъ гребень Вильной плотины возможно было бы нѣсколько понизить, но тогда, во-1-хъ, пришлось бы убирать съ будущаго фарватера отдѣльные высокіе камни, а во-2-хъ—слѣдующая плотина, у с. Федоровки, потребовала бы устройства шлюза съ весьма большимъ подпоромъ. Проектируемое возвышеніе гребня Вильной плотины даетъ, кромѣ того, болѣе выгодное использованіе здѣсь силы падающей воды.

Проектъ 1911 года ограничивался, какъ указано выше, четырьмя плотинами, которыя обезпечивали требуемую транзитную глубину болѣе 10 четв. арш. на всемъ протяженіи отъ Екатеринослава до Вильнаго порога включительно. Ниже Вильнаго порога не предполагалось никакихъ работъ, такъ какъ расчистка нѣсколькихъ заборъ, здѣсь расположенныхъ, отно-

силась, очевидно, къ работамъ по дальнѣйшему улучшенію и содержанію пути, а стремнина у колоніи Кичкассъ могла прекращать взводное судоходство не ранѣе, какъ при горизонтѣ +0,80 — + 1,00 с. по Лоцманско-Каменской рейкѣ, т. е. когда, по мнѣнію авторовъ проекта, этому судоходству препятствовали, все равно, чрезмѣрныя скорости теченія на Звонецкомъ порогѣ.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло въ варіантѣ 1912 года (Кіевскаго Округа). Какъ уже указывалось, расположеніе третьей (считая по теченію) плотины у с. Федоровки и примѣненіе болѣе обоснованныхъ методовъ расчета скоростей теченія привели къ выводу, что собственно въ предѣлахъ пороговъ судоходство въ обѣ стороны будетъ возможно при горизонтахъ воды до +2,00 с. по той же рейкѣ. Это обстоятельство выдвинуло на очередь вопросъ о борьбѣ съ чрезмѣрными скоростями у Кичкассъ. Съ другой стороны, пониженіе гребня Лоханской плотины привело къ необходимости устройства шлюза у Старыхъ Кайдакъ, расчистки Архіерейской заборы и устройства системы выправительныхъ сооруженій между этой заборой и Екатеринославомъ.

Единственнымъ средствомъ для избавленія судоходства отъ опасностей, дѣлающихъ весною невозможнымъ проходъ и даже сплавъ по Кичкасской излучинѣ, гдѣ скорости теченія уже при горизонтѣ около + 1,00 с. по Лоцм.-Кам. рейкѣ достигаютъ 7—8 фут./сек., является устройство достаточно длиннаго обходнаго шлюзованнаго канала; устройство еще одной плотины ниже этого ущелья было бы совершенно безцѣльно, такъ какъ при естественной глубинѣ русла Днѣпра въ этихъ мѣстахъ до 12—15 саж. и очень крутыхъ скалистыхъ берегахъ подъемъ весенняго уровня на 1,5—2,0 саж. не увеличилъ бы сколько нибудь значительно живого сѣченія рѣки и, стало быть, не понизилъ бы скорости теченія до допустимаго предѣла; при томъ же естественное паденіе на этомъ участкѣ, которое могло бы быть утилизировано безъ ущерба для турбинъ Вильной станціи, т. е. безъ уменьшенія ихъ рабочаго напора, едва ли достигало бы 1,50 саж.

лѣтомъ, падая до 0,50 саж. весною. Наконецъ, длинный обходный каналъ, безусловно необходимый въ интересахъ судоходства, отнюдь не послужитъ препятствіемъ, если когда-либо въ будущемъ, по тѣмъ или инымъ соображеніямъ, окажется выгоднымъ эксплоатировать паденіе воды на данномъ участкѣ.

Вся длина проектируемаго Кичкасскаго канала отъ входа до выхода достигаетъ 1.215 саж. Ширина его по дну предположена въ 30 саженъ; радіусы кривизны—не менѣе 200 саж.; у входа (сверху по теченію) и около шлюза ширина увеличивается до 40 саж. по дну.

У шлюза вся низина, по которой проходитъ каналъ, преграждена глухой дамбой.

Такъ какъ предполагается, согласно подсчету скоростей теченія, что судоходство будетъ пользоваться этимъ каналомъ лишь при горизонтахъ около +1,00 с. и выше, то казалось бы возможнымъ проектировать дно канала на такой отмѣткѣ, которая соотвѣтствуетъ глубинѣ въ 8′=1,14 саж. при этомъ горизонтѣ.

Однако, вполнѣ возможно, что караваны, идущіе противъ теченія, будутъ находить болѣе выгоднымъ итти каналомъ, хотя и шлюзованнымъ, но почти не имѣющимъ теченія, чѣмъ проходить болѣе длинный путь по свободной рѣкѣ, когда скорости въ ней будутъ достигать хотя бы 5—6 фут./сек. Поэтому предположено дать каналу запасъ глубины въ 0,36 с. сверхъ указанной выше, т. е. при горизонтѣ +1,00 с, по Лоцм.-Кам. рейкѣ глубина канала будетъ составлять не 1,14 саж., а 1,50 саж.; на той же глубинѣ закладываются и короли обоихъ шлюзовъ канала.

Крупнымъ расходомъ при устройствѣ такого канала явится неизбѣжная постройка черезъ него моста отв. около 40 саж. для 2-й Екатерининской жел. дороги, которая въ этомъ мѣстѣ проходитъ насыпью высотою до 13 саж. *), приближаясь къ

*) Отмѣтка головки рельса здѣсь—30,60 саж.

мосту черезъ Днѣпръ, перекинутому въ видѣ громадной арки какъ разъ надъ Кичкасской стремниной.

Мѣста предполагаемыхъ расчистокъ заборъ между Вильнымъ порогомъ и г. Александровскомъ показаны на общемъ планѣ порожистой части; расчистки эти предполагается производить за песчаными перемычками, какъ давно уже съ успѣхомъ практикуется на Днѣпрѣ.

Размѣры и смѣтная стоимость выправительныхъ сооруженій близь Екатеринослава показаны въ слѣдующей таблицѣ:

## Стоимость сооруженія на участкѣ отъ гор. Екатеринослава до Кайдакскаго порога.

| СООРУЖЕНІЯ. | Длина сооруженій (саж.). | Объемъ каменной кладки (куб. саж.). | Стоимость каменной кладки (рубли). | Площадь тюфяка кв. саж. | Стоимость тюфяка (рубли). | Общая стоимость (рубли). |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Запруда № 1 . . . | 300 | 525 | 18.375 | 900 | 7.650 | 26.025 |
| Полузапруда № 1 . . | 240 | 1036 | 36.960 | — | — | 36.900 |
| Запруда № 2 . . . | 60 | 180 | 6.300 | — | — | 6.300 |
| Полузапруда № 2 . | 230 | 1495 | 52.325 | — | — | 52.325 |
| „ № 3 . . | 205 | 1439,1 | 50368,5 | — | — | 50.368 |
| „ № 4 . | 155 | 644,8 | 22.568 | — | — | 22.568 |
| Дамба № 1 . . . . . | 450 | 1053 | 36.855 | 1000 | 8.500 | 45.355 |
| Полузапруда № 5 . . | 90 | 243 | 8.505 | 100 | 850 | 9.355 |
| „ № 6 . | 100 | 394 | 13.790 | 100 | 850 | 14.640 |
| „ № 7 . . | 180 | 1170 | 40.350 | 100 | 850 | 41.800 |
| „ № 8 . . | 305 | 1827 | 63.945 | — | — | 63.945 |
| Запруда № 3 . . . . | 90 | 202,5 | 7087,5 | 360 | 3.060 | 10.148 |
| Дамба № 2 . . . . | 390 | 351 | 12.285 | 1560 | 13.260 | 25.545 |
| Запруда № 4 . | 380 | 990 | 34.650 | 600 | 5.100 | 39.750 |

| СООРУЖЕНІЯ. | Длина сооруженій (саж.). | Объемъ каменной кладки (куб. саж.). | Стоимость каменной кладки (рубли). | Площадь тюфяка кв. саж. | Стоимость тюфяка (рубли). | Общая стоимость (рубли). | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Полузапруда № 9 . | 190 | 1347,1 | 47148,5 | 100 | 850 | 47.998,5 | Работы второй очереди. |
| „ № 10 . | 270 | 1914,3 | 67000,5 | 100 | 850 | 67.850,5 | |
| „ № 11 . | 290 | 1737,1 | 60798,5 | — | — | 60.798,5 | |
| „ № 12 . | 300 | 1947 | 68.145 | — | — | 68.145 | |
| „ № 13 . | 210 | 1829,1 | 64018,5 | — | — | 64.018,5 | |
| Береговыя укр. № 1 . | 280 | — | — | — | — | 42.000 | |
| „ „ № 2 . | 120 | 462 | 16 170 | 300 | 2.550 | 18.720 | |
| Итого . . | — | — | — | — | — | 505.804 | Работы первой очереди. |
| | | | | | | 308.811 | Работы второй очереди. |
| | | | | | | 814.645 | |

Стоимость разработки заборъ между Екатеринославомъ и Кайдакскимъ порогомъ:

Перемычка 1 площадь 2.552 кв. саж. . . . . . . . . 71.456 руб.
» 2 » 4.210 » » . . . . . . . . 117.880 »
» 3 » 6.330 » » . . . . . 117.240 »

Итого . . . . . . . . 336.576 руб.

Можно предположить, что камня при этомъ будетъ получено около 0,20 куб. саж. съ 1 кв. саж. перемычки, а всего 13.092 × × 0,20 = 2.618 куб. саж., стоимостью по мѣстнымъ цѣнамъ около 2.618 × 20 = 52.360 руб.

Всѣ перемычки должны быть отнесены къ работамъ первой очереди, общая стоимость которыхъ составитъ такимъ образомъ 505.804 р. + 336.576 р. — 52.360 р. = 820.020 рублей.

Работы второй очереди, если онѣ потребуются, обойдутся 308.811 рублей.

Однимъ изъ важнѣйшихъ вопросовъ въ каждомъ проектѣ, а особенно при гидротехническихъ сооруженіяхъ, является распредѣленіе работъ по строительнымъ періодамъ, т. е. разработка плана работъ.

Въ данномъ случаѣ очевидно, во-первыхъ, что легче и выгоднѣе строить шлюзы и производить выемку дериваціонныхъ каналовъ (особенно верхняго у каждаго сооруженія) до окончанія постройки соотвѣтствующихъ глухихъ плотинъ, т. е. до искусственнаго повышенія горизонта верхняго бьефа *).

Далѣе, при опредѣленіи той послѣдовательности, въ которой выгодно строить плотины, приходится считаться съ двумя главными факторами: удобствомъ подвозки необходимыхъ матеріаловъ и удобствомъ возведенія ограждающихъ мѣсто работъ перемычекъ.

Имѣя въ виду плохое состояніе грунтовыхъ дорогъ данной мѣстности, приходится стремиться къ такому распредѣленію работъ, при которомъ сооруженія первой очереди могли бы обезпечить дешевый водный путь для подвозки громоздкихъ матеріаловъ къ мѣсту расположенія дальнѣйшихъ работъ, и такъ далѣе.

Слѣдовательно, нужно будетъ, прежде всего, строить шлюзы и плотину у Вильнаго порога, затѣмъ—перейти къ работамъ у дер. Федоровки, и такъ далѣе.

Правда, подпоръ, создаваемый готовой плотиной, заставитъ придавать нѣсколько большіе размѣры перемычкамъ для постройки слѣдующей вышележащей плотины, однако, не настолько, чтобы создать при этомъ непреодолимыя затрудненія или чрезмѣрно увеличить стоимость перемычекъ.

Такимъ образомъ, намѣчается слѣдующій, наиболѣе удобный и экономичный, планъ работъ:

Первый годъ. Начало работъ на Вильномъ сооруженіи и Кичкасскомъ каналѣ.

---

*) Это соображеніе не относится, конечно, къ Ст.-Кайдакскому шлюзу и Кичкасскому каналу, гдѣ естественные горизонты рѣки сохранятся безъ измѣненія и послѣ осуществленія всего проекта.

Второй годъ. Окончаніе Вильнаго сооруженія и продолженіе работъ на Кичкасскомъ каналѣ.

Третій годъ. Начало работъ на Федоровскомъ сооруженіи и окончаніе работъ на Кичкасскомъ каналѣ.

Четвертый годъ. Окончаніе работъ на Федоровскомъ сооруженіи и начало работъ на Ненасытецкомъ сооруженіи *).

Пятый годъ. Окончаніе Ненасытецкаго сооруженія и начало работъ на Лоханскомъ сооруженіи и Ст.-Кайдакскомъ шлюзѣ.

Шестой годъ. Окончаніе Лоханскаго сооруженія и Ст.-Кайдакскаго шлюза.

Что касается постройки гидро-электрическихъ станцій, то легче всего было бы производить выемку подводящихъ бассейновъ до постройки плотинъ, такъ какъ тогда приходилось бы всю эту работу вести выше естественнаго горизонта воды; однако, не представитъ никакихъ затрудненій устраивать бассейны и послѣ подъема воды плотинами, такъ какъ при этомъ потребуется лишь устройство не особенно высокихъ (до 2-хъ саж.) песчаныхъ перемычекъ, ограждающихъ выемку со стороны рѣки.

Самыя зданія станцій и все механическое оборудованіе ихъ могутъ быть устроены, очевидно, лишь послѣ постройки плотинъ, такъ какъ доставка тяжелыхъ механизмовъ и значительнаго количества строительныхъ матеріаловъ сухимъ путемъ была бы слишкомъ невыгодна, а для сложныхъ машинъ (напр., электро-генераторы) даже рискованна.

---

*) Послѣ постройки Вильной плотины и подпора воды на 1 — 1½ арш. перемычками второй очереди Федоровской плотины создается возможность проводить суда съ матеріалами почти до Ненасытецкаго порога, лѣсъ же для перемычекъ первой очереди будетъ получаться, еще ранѣе того, сплавомъ.

## Приспособленія для эксплоатаціи плотинъ и шлюзовъ въ судоходныхъ цѣляхъ.

Глухія каменныя плотины, черезъ которыя весною будетъ переливаться вода слоемъ до 2-хъ и болѣе саженъ толщиною, представляютъ, очевидно, еще большую, чѣмъ самые пороги, опасность для судовъ и плотовъ, которые по несчастному случаю были бы увлечены теченіемъ или вѣтромъ къ самой плотинѣ. Конечно, входы въ судоходные каналы расположены гораздо выше плотинъ и въ сторонѣ отъ главной струи теченія, однако, недостатокъ бдительности со стороны команды, внезапная порча парохода, или неожиданный шквалъ могутъ когда-либо подвергнуть и суда и людей опасности неизбѣжной гибели на водосливѣ плотины.

Поэтому безусловно необходимо оградить плотины съ верховой стороны плавучими загражденіями, которыя можно было бы убирать съ наступленіемъ осенняго ледохода, такъ какъ сдержать ледяной заторъ не смогутъ, конечно, никакія заплыви.

Прилагаемый чертежъ даетъ ясное понятіе о проектируемыхъ въ данномъ случаѣ заплывяхъ. Во избѣжаніе разрыва ихъ подъ ударомъ судна или плота необходимо, чтобы живая сила удара поглощалась постепенно, т. е., чтобы заплыви могли давать значительный упругій прогибъ прежде, чѣмъ достичь предѣльнаго натяженія.

Въ проектируемой конструкціи постепенное поглащеніе живой силы удара достигается тѣмъ, что заплыви прикрѣпляются цѣпями дл. 10 саж. къ параллельной линіи заплывей цѣпи, ле-

жащей, благодаря своей тяжести, на днѣ рѣки и закрѣпленной цѣлымъ рядомъ другихъ цѣпей, длиною по 15 саж. каждая, къ мертвымъ якорямъ или винтовымъ сваямъ.

Такимъ образомъ, при сдвиженіи заплывей подъ натискомъ судна вся система цѣпей начнетъ приподниматься, при чемъ живая сила судна будетъ затрачиваться на работу подъема столь значительной тяжести, а послѣ отвода судна назадъ, тотъ же вѣсъ цѣпей возвратитъ заплыви въ первоначальное положеніе.

Осенью, при началѣ ледохода, заплыви отцѣпляются отъ своихъ задержекъ и отводятся въ безопасное мѣсто, а весною легко захватить кошкой сплошную цѣпь, лежащую поперекъ всей рѣки и, приподнимая ее, найти всѣ концы цѣпей-задержекъ, на которыхъ снова крѣпятся заплыви.

Что касается шлюзовъ, то при наличіи дешевой электрической энергіи будетъ вполнѣ естественно воспользоваться ею для приведенія въ движеніе всѣхъ служебныхъ механизмовъ (для открыванія и закрыванія воротъ и водопроводныхъ затворовъ, для вводки въ шлюзъ и выводки судовъ и плотовъ, и проч.), а также для освѣщенія шлюзовъ и зданій при нихъ. Детальная проектировка подобныхъ устройствъ потребовала бы много времени и труда, по существу же врядъ ли можетъ представить какія-либо затрудненія; въ настоящее время достаточно указать, что по приблизительнымъ подсчетамъ стоимость всѣхъ этихъ устройствъ не превзойдетъ 70.000 руб. на каждый шлюзъ.

Для возможности зимняго ремонта и очистки отъ наносовъ судоходныхъ каналовъ и шлюзовъ, а можетъ быть, и бассейновъ у турбинныхъ станцій, необходимо имѣть возможность осушать ихъ водоотливомъ. Шлюзы можно было бы для этого запирать особыми батопортами, но, можетъ быть, еще удобнѣе и дешевле окажется устроить въ деривaціонныхъ каналахъ и у входовъ въ турбинные бассейны спеціальныя плотины Пуаре, стоимость которыхъ не должна быть велика при устройствѣ ихъ почти безъ искусственнаго флютбета въ виду отсутствія на нихъ перепада воды и скалистаго строенія дна большинства

каналовъ и бассейновъ. Въ смѣту эти приспособленія введены въ приблизительной цифрѣ 30.000 руб. на каждый шлюзъ, загражденія же турбинныхъ бассейновъ въ смѣтѣ не учтены, такъ какъ небходимость ихъ пока не можетъ считаться доказанной.

# Опредѣленіе скоростей теченія и площадей затопленія.

## *1. Кривыя подпора.*

Точный разсчетъ кривыхъ подпора, образуемаго проектируемыми плотинами, имѣетъ особо важное значеніе, такъ какъ въ зависимости отъ него находится рѣшеніе двухъ основныхъ вопросовъ—о размѣрахъ подлежащей отчужденію площади и о судоходныхъ условіяхъ въ бьефахъ между плотинами. Къ сожалѣнію, несмотря на многочисленность формулъ, предложенныхъ для опредѣленія кривыхъ подпора, ни одна изъ нихъ не можетъ считаться безусловно точной. На получаемые по нимъ результаты нужно смотрѣть лишь какъ на приблизительное рѣшеніе вопросовъ. Наиболѣе близко подходятъ къ дѣйствительнымъ условіямъ рѣчного режима тѣ изъ способовъ вычисленія кривыхъ подпора, которые выводятся на основаніи законовъ неравномѣрнаго движенія воды, а именно: способы Рюлльмана, Толкмитта, Дюпюи и др. Основываясь на наблюденіяхъ, произведенныхъ Тольманомъ на канализированной рѣкѣ Молдавѣ, наиболѣе точнымъ можно признать способъ Рюлльмана. Толкмиттъ въ своемъ выводѣ исходитъ изъ тѣхъ же принциповъ, что и Рюлльманъ, съ той лишь разницей, что при замѣнѣ неправильнаго рѣчного русла равнозначнымъ каналомъ для послѣдняго принято параболическое, а не прямоугольное очертаніе. Давая почти тождественные результаты, способъ Толкмитта значительно сложнѣе способа Рюлльмана.

Инымъ путемъ получается формула Дюпюи. Исходя изъ тѣхъ же законовъ неравномѣрнаго, движенія, она расходится

затѣмъ въ опредѣленіи зависимости между уклономъ, глубиной потока и скоростью, принимая ее по формулѣ:

$$Hi = \alpha V + \beta V^2,$$

вмѣсто положенной въ основу способовъ Рюлльмана и Толкмитта формулы Базена:

$$V = k\sqrt{Ri}$$

Считаясь съ тѣмъ, что Дюпюи подходитъ къ рѣшенію вопроса о подпорахъ новымъ методомъ, при расчетѣ кривой при самомъ высокомъ горизонтѣ результаты, полученные по способу Рюлльмана, были провѣрены и по формулѣ Дюпюи. Какъ оказалось, вычисленные по ней подпоры дали болѣе выгодныя величины въ смыслѣ меньшаго затопленія. Такимъ образомъ, опредѣленная по методу Рюлльмана площадь необходимаго отчужденія является, повидимому, исчисленной съ достаточной степенью осторожности.

При горизонтѣ наиболѣе низкихъ водъ можно ограничиться опредѣленіемъ кривой подпора лишь по Рюлльману, такъ какъ поверхность воды оказывается почти горизонтальной. Полный подъемъ воды меженняго горизонта въ предѣлахъ каждаго бьефа выражается лишь нѣсколькими сотками сажени и не имѣетъ сколько-нибудь существеннаго значенія

Кромѣ горизонтовъ—наиболѣе высокаго, по которому опредѣляется затопленіе прибрежныхъ земель и наиболѣе низкаго, по которому опредѣляется минимумъ лѣтнихъ глубинъ на судовомъ ходу, большое значеніе имѣетъ также горизонтъ, при которомъ скорости настолько увеличиваются, что взводное буксирное пароходство становится невозможнымъ. Дѣло въ томъ, что въ порожистой части русло Днѣпра имѣетъ во многихъ мѣстахъ характеръ тѣснинъ съ высокими берегами и полнымъ отсутствіемъ весенней поймы. Поэтому живое сѣченіе рѣки весной оказывается крайне малымъ въ сравненіи съ массой протекающей воды и послѣдняя пріобрѣтаетъ значительныя скорости. Достаточно указать, что въ Кичкасскомъ ущельѣ при

горизонтѣ + 2,65 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста среднія скорости достигаютъ 3,35 саж. въ сек.

Нѣсколько меньшія, но все же весьма значительныя скорости наблюдаются и въ другихъ пунктахъ рѣки.

При подъемѣ воды плотинами живыя сѣченія рѣки увеличиваются и скорости соотвѣтственно уменьшаются. По проекту инженеровъ Рундо и Юскевича предполагалось достигнуть такого пониженія скоростей, чтобы судоходство возможно было бы до горизонта + 0,80 саж. *). При подъемѣ воды выше этого горизонта скорость на Звонецкомъ порогѣ могла достигать, по расчету инж. Рундо, 8 футовъ въ секунду, что дѣлало бы уже крайне затруднительной буксировку судовъ.

Но ограниченіе возможности взводнаго судоходства такимъ низкимъ предѣломъ крайне тяжело отозвалось бы на будущемъ рѣчномъ движеніи. Бывали годы, когда высокія воды держались выше этого предѣла въ теченіе болѣе 70 дней, т. е. почти 2½ мѣсяца. Такъ, въ 1879 г. дней съ такимъ горизонтомъ было 71. При общей ограниченности навигаціоннаго времени потеря еще 2½ мѣсяцевъ, и притомъ въ періодъ наибольшей глубины рѣки, а, слѣдовательно, и наибольшей возможности использованія грузоподъемности судовъ, фактически будетъ создавать убыточные для судоходства годы.

По варіанту Кіевскаго Округа приняты мѣры къ тому, чтобы доказать возможность судоходства, при данныхъ сооруженіяхъ, до горизонта + 2,00 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. Выше + 2,00 с. горизонты за послѣдніе 33 года стояли не болѣе 13 дней въ году, составляя, въ среднемъ, 1⅓ дня въ годъ. Такая продолжительность несудоходнаго періода ничтожна. Даже и въ самые неблагопріятные годы, судоходство будетъ задерживаться всего лишь на 13 дней. Но это не представляетъ еще особеннаго затрудненія для движенія— особенно если имѣть въ виду, что вообще горизонты, превышающіе 2,00 саж., наблюдались всего 5 разъ 33 года, т. е.

*) По Лоцманско-Каменскому водом. посту.

черезъ 5 лѣтъ на шестой. Въ приложенной таблицѣ видно, насколько выиграетъ судоходство отъ увеличенія предѣла для движенія съ +0,80 саж. до +2,00 саж.

| | При предѣльномъ гориз. | |
|---|---|---|
| | +0,80 с. | +2,00 с. |
| | суток: | |
| Наибольшее число дней, когда судоходство вынуждено было бы прекращаться . . . . . . . . . . . . . . | 71 | 16 |
| Средняя продолжительность прекращенія навигаціи, отнесенная къ общему числу лѣтъ наблюденій . . | $26^1/_2$ | $1^1/_3$ |
| Средняя продолжительность прекращенія навигаціи, отнесенная къ числу лѣтъ съ горизонтами выше предѣльнаго . . . . . . . . . . . | 40 | 10 |
| Число лѣтъ съ горизонтами выше предѣльнаго за періодъ времени въ 33 года . . . . . . . . . . . | 22 | 6 |
| Отношеніе числа лѣтъ съ горизонтами выше предѣльнаго къ числу лѣтъ съ горизонтами ниже предѣльнаго | $\frac{2}{1}$ | $\frac{2}{9}$ |

Для горизонта 2,00 саж. тоже произведенъ разсчетъ кривой подпора и опредѣлены предѣльныя скорости по участкамъ, приведенныя далѣе въ таблицѣ. Расчетъ кривой подпора произведенъ по способу Дюпюи.

Такимъ образомъ, вычисленія кривыхъ подпора произведены:

1) для самаго высокаго горизонта +2,65 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста по способамъ Рюлльмана и Дюпюи;

2) для предѣльнаго судоходнаго горизонта $+2{,}00$ саж. по той же рейкѣ по способу Дюпюи;

3) для самаго низкаго горизонта—0,60 саж. по той же рейкѣ по способу Рюлльмана.

Расчетъ кривой подпора по способу Рюлльмана исходитъ изъ формулы

$$\frac{h}{t} = {}^1/_3 \, log \, nat \, \frac{Z}{z} + {}^2/_3 \, \frac{Z - z}{t} + {}^1/_9 \, \frac{Z^2 - z^2}{t^2} - {}^1/_{27} \, \frac{Z^3 - z^3}{t^3}$$

гдѣ

$h$—паденіе воды въ естественномъ состояніи на данномъ участкѣ,

$Z$—величина подпора у начала участка,

$z$—величина подпора въ концѣ участка,

$t$—глубина воды въ каналѣ, равнозначномъ по своему уклону, ширинѣ и расходу воды данному участку рѣки.

Для опредѣленія его Тольманъ даетъ слѣдующую формулу

$$t = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{k^2 \, B^2 \, J}}.$$

Для опредѣленія необходимо ввести сюда:

$Q$—расходъ воды въ рѣкѣ при соотвѣтственномъ горизонтѣ,

$k$—коэффиціентъ въ формулѣ Базена для опредѣленія скорости воды,

$B$—естественную ширину рѣки,

$J$—естественный уклонъ на данномъ участкѣ рѣки.

Замѣна неправильнаго рѣчного русла равнозначнымъ правильнымъ каналомъ необходима въ виду того, что при выводѣ самой формулы Рюлльмана принята зависимость между величинами

$$J, \; t, \; v = \frac{Q}{B \, . \, t}$$

по формулѣ Шези-Этельвейна

$$J = \frac{1}{t} \, . \, \frac{v^2}{k^2}$$

Такимъ образомъ примѣняться способъ Рюлльмана можетъ

6

только къ тѣмъ участкамъ, гдѣ такая связь между этими величинами имѣется.

Для производства самыхъ вычисленій рѣка была раздѣлена на рядъ участковъ болѣе или менѣе однообразнаго характера. Для каждаго участка выбиралась профиль, являющаяся средней по своимъ глубинамъ, ширинѣ и направленію потока въ планѣ. По естественной ширинѣ этой профили $B$, соотвѣтственному для нея коэффиціенту Базена

$$k = \frac{87}{1 + \frac{C}{\sqrt{P}}},$$

въ которомъ $C$ принято равнымъ 1,75 и $P$ равнымъ средней естественной глубинѣ потока, далѣе по расходу воды при данномъ горизонтѣ воды $Q$ и паденію на всемъ участкѣ $h$ опредѣлялась расчетная глубина $t$.

Имѣя $t$, $\frac{h}{t}$ и начальный подпоръ у плотины $Z$, возможно вычислить по таблицамъ $z$ въ любомъ мѣстѣ. Для этого по $\frac{Z}{t}$ находятъ въ таблицѣ соотвѣтственную величину $f\left(\frac{Z}{t}\right)$, вычитаютъ изъ нея $\frac{h}{t}$ для перваго участка и по полученному такимъ образомъ значенію $f\left(\frac{z}{t}\right)$ по таблицамъ же опредѣляютъ $\frac{z}{t}$ и далѣе $z$—подпоръ въ концѣ перваго участка. Идя далѣе такимъ же путемъ, опредѣляютъ подпоры въ концахъ всѣхъ участковъ до слѣдующей плотины или до тѣхъ поръ, пока величина $\frac{z}{t}$ не сдѣлается равной 0,01.

Нѣсколько сложнѣе тотъ случай, когда верхняя плотина находится ниже подпорнаго горизонта отъ нижней плотины Въ этомъ случаѣ вліяніе послѣдней распространяется и на бьефъ первой плотины, и при расчетѣ необходимо сначала опредѣлить всѣ величины ($B$, $i$, $P$ и $k$) и расчетныя глубины для подпорнаго горизонта отъ нижней плотины, а затѣмъ, разсматривая уже этотъ горизонтъ какъ естественный, вычислять подпоры надъ нимъ отъ дѣйствія верхней плотины.

Такой случай представился при расчетахъ для одной изъ плотинъ—Лоханской. Всѣ же остальныя оказались незатопленными.

По методу Дюпюи расчетъ исходитъ изъ формулы

$$h = (Y - y)\left[1 + \frac{H^3}{2} \cdot \frac{Y + y + 2H}{(Y + H)^2 \times (y + H)^2}\right]$$

гдѣ

$h$—паденіе горизонта воды на данномъ участкѣ,

$Y$—подпоръ въ началѣ участка,

$y$—подпоръ въ концѣ участка,

$H$—глубина равнозначнаго рѣкѣ прямоугольнаго канала, опредѣляемая по формулѣ

$$Hi = \alpha V + V\beta^2$$

Величины $i$ и $V$ соотвѣтствуютъ естественному состоянію рѣки, коэффиціенты принимаются равными $\alpha = 0{,}0000243$ и $\beta = 0{,}000366$.

Самый подсчетъ подпоровъ производился при помощи таблицъ, расположенныхъ тождественно таблицамъ Рюлльмана.

По Дюпюи, такъ же какъ и по Рюлльману, принимается, что когда $\frac{z}{t}$ становится равнымъ 0,01, то подпора практически не существуетъ и онъ можетъ быть отброшенъ.

Результаты вычисленій сведены въ особыя таблицы и нанесены на продольный профиль.

Особое вниманіе было обращено на выясненіе возможныхъ скоростей при предѣльномъ судоходномъ горизонтѣ +2,00 саж. Наибольшая поверхностная скорость, при которой еще можетъ существовать буксирное взводное судоходство, принята въ 2,4 метра въ секунду, что соотвѣтствуетъ средней скорости въ

$$v = 0{,}85\ v\,\text{max.} = 2{,}06 \text{ метр. въ сек.}$$

или

0,96 саж. въ сек.

Величина средней скорости опредѣлилась на основаніи формулы:

$$v = \frac{Q}{F}$$

гдѣ

$Q$—расходъ воды и

$F$—площадь живого сѣченія при данномъ горизонтѣ.

Эта простая формула даетъ дѣйствительную среднюю скорость, отнесенную ко всей площади протеканія воды. Но сверхъ того произведена провѣрка и на получаемые расчетомъ уклоны воды, которые, согласно принятой инженеромъ Рундо средней величинѣ подводнаго радіуса въ 6 метровъ не должны превосходить 0,00035 с.

Въ прилагаемой таблицѣ приведены значенія среднихъ скоростей, опредѣленныхъ по площадямъ живыхъ сѣченій на всѣхъ участкахъ шлюзуемой части рѣки, причемъ оказалось, что среднія скорости незначительно превосходятъ предѣльныя на участкѣ у Таволжанаго острова на протяженіи 200 саж., гдѣ $v = 1{,}05$ саж. въ секунду или на 0,09 саж. болѣе предѣльнаго,—выше этого острова на протяженіи 150 саж., гдѣ $v = 1{,}04$ саж. въ секунду или на 0,08 саж. болѣе предѣльнаго, и на Звонецкомъ порогѣ, гдѣ $v = 0{,}97$ саж. въ сек. или на 0,01 саж. болѣе предѣльнаго. Такія превышенія являются настолько незначительными, что могутъ не приниматься во вниманіе, тѣмъ болѣе, что уже при пониженіи горизонта до 1,90 саж. скорости на этихъ участкахъ падаютъ до предѣльной.

На Звонецкомъ порогѣ кромѣ того отмѣчено и увеличеніе уклона до 0,00044. Но для этого порога подводный радіусъ оказывается равнымъ всего лишь 2,48 саж. или 5,29 метра, т. е. менѣе принятаго инженеромъ Рундо за средній. При подстановкѣ этой величины въ формулу

$$v = 45\sqrt{Ri}$$

получается предѣльное значеніе для

$$i = 0{,}0004,$$

т. е. отличающійся лишь весьма немного отъ расчетнаго при подпорномъ горизонтѣ +2,00 саж.

Но, если бы оказалось нужнымъ добиться уменьшенія скоростей для взводнаго судоходства или же продлить возможность его и выше горизонта +2,00 саж., то могутъ быть приняты слѣдующія мѣры.

У Звонецкаго порога имѣется весенній боковой протокъ, значительно удлиняющій проходъ струй. При расчисткѣ его въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно создать здѣсь весенній судовой ходъ, паденія на которомъ будутъ распредѣляться равномѣрнѣе, чѣмъ нынѣ, а, слѣдовательно, наибольшія скорости теченія значительно понизятся, приближаясь къ среднимъ величинамъ.

## Бьефъ Вильной плотины.

| №№ участковъ. | Длина участка. саж. | Площадь жив. сѣч. кв. саж. | Скорости. саж./сек. | |
|---|---|---|---|---|
| I | 560 | 1984,74 | 0,564 | |
| II | 1935 | 2657,30 | 0,421 | |
| III | 315 | 1974,36 | 0,567 | |
| IV | 2750 | 2020,72 | 0,554 | |
| V | 680 | 1579,28 | 0,709 | |
| VI | 570 | 1723,77 | 0,649 | |
| VII | 200 | 1063,30 | 1,053 | Таволжаный островъ. |
| VIII | 625 | 1426,42 | 0,785 | Таволжаный островъ. |
| IX | 1025 | 1206,36 | 0,928 | Таволжаный островъ. |
| X | 150 | 1075,73 | 1,041 | Таволжаный островъ. |
| XI | 1190 | 1331,58 | 0,841 | |

## Бьефъ Федоровской плотины.

| №№ участковъ. | Длина участка. саж. | Площадь жив. сѣч. кв. саж. | Скорости. саж./сек. |
|---|---|---|---|
| I | 830 | 2142,91 | 0,583 |
| II | 250 | 1777,60 | 0,630 |
| III | 1420 | 1799,12 | 0,622 |
| IV | 175 | 1358,08 | 0,824 |
| V | 225 | 1567,74 | 0,714 |
| VI | 985 | 2013,74 | 0,556 |
| VII | 580 | 1577,98 | 0,709 |
| VIII | 785 | 1675,12 | 0,668 |
| IX | 1700 | 2254,71 | 0,496 |
| X | 1100 | 1919,99 | 0,583 |
| XI | 925 | 2061,03 | 0,543 |

## Бьефъ Ненасытецкой плотины.

| №№ участковъ. | Длина участка. | Площадь жив. сѣч. | Скорости. | |
|---|---|---|---|---|
| | саж. | кв. саж. | саж./сек. | |
| I | 175 | 3098,38 | 0,361 | |
| II | 440 | 1735,81 | 0,645 | |
| III | 960 | 2483,68 | 0,451 | |
| IV | 950 | 2677,10 | 0,418 | |
| V | 925 | 2105,16 | 0,532 | |
| VI | 325 | 1549,49 | 0,723 | |
| VII | 250 | 1154,65 | 0,970 | Звонецкій порогъ. |
| VIII | 1330 | 1621,25 | 0,691 | |

## Бьефъ Лоханской плотины.

| | | | |
|---|---|---|---|
| VIIIa | 120 | 1621,25 | 0,691 |
| IX | 760 | 2155,72 | 0,519 |
| I | 125 | 1569,18 | 0,714 |
| II | 205 | 1621,87 | 0,690 |
| III | 410 | 1499,24 | 0,747 |
| IV | 100 | 1724,11 | 0,649 |
| V | 1325 | 1811,61 | 0,618 |
| VI | 1565 | 1641,01 | 0,682 |
| VII | 710 | 1653,77 | 0,677 |
| VIII | 525 | 1732,78 | 0,646 |

*2. Опредѣленіе размѣровъ и стоимости площадей, затопляемыхъ подпоромъ плотинъ.*

Какъ указывалось выше, главнымъ препятствіемъ къ расположенію плотинъ ниже пороговъ было опасеніе, что при этомъ будутъ подвергаться затопленію слишкомъ большія площади селеній, что, помимо дороговизны отчужденія, могло бы угрожать серьезными осложненіями на почвѣ недовольства населенія такимъ принудительнымъ удаленіемъ съ родныхъ мѣстъ.

Надлежало, поэтому, освѣтить данный вопросъ возможно полнѣе, и съ этой цѣлью были организованы въ 1911 году особыя изыскательскія партіи, снявшія подробные планы (въ масштабѣ 0,01 с. = 20 саж.) всѣхъ селеній, подвергающихся дѣйствію подпора весеннихъ водъ въ случаѣ размѣщенія плотинъ по варіанту Кіевскаго Округа, т. е. ниже пороговъ. Дальнѣйшая задача этихъ партій заключалась въ собираніи возможно подробныхъ свѣдѣній о стоимости и доходности затопляемыхъ площадей для обоснованія исчисленій расходовъ на необходимое отчужденіе.

Наибольшую стоимость изъ подлежащихъ отчужденію земель представляютъ усадебныя мѣста, гдѣ расположены дома и хозяйственныя постройки. Опредѣленіе потребной для отчужденія ихъ суммы съ десятины было бы слишкомъ грубымъ, такъ какъ въ расчетъ не вошелъ бы главный, и при этомъ весьма измѣнчивый, элементъ—стоимость построекъ. Поэтому всѣ заливаемыя усадьбы подробно описаны особыми партіями, которыя на мѣстѣ, со словъ жителей, производили оцѣнку какъ

усадебной земли, такъ и всѣхъ расположенныхъ на ней домовъ и другихъ помѣщеній, собирали свѣдѣнія о страховой оцѣнкѣ домовъ, о купчихъ сдѣлкахъ на усадьбы, о стоимости постройки новыхъ домовъ, и на основаніи полученнаго матеріала опредѣляли нормальныя цѣны на деревенскія хаты и прочія постройки.

Усадебныя земли расцѣнивались отдѣльно, такъ какъ цѣна на нихъ значительно колебалась въ зависимости отъ села, то опускаясь до 25 коп. за квадратную сажень, то поднимаясь до 50 и даже 60 коп. въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ почему-либо нѣтъ возможности для дальнѣйшаго расширенія селитебной полосы (напр., с. Чапли).

При опредѣленіи стоимости усадебъ г. Екатеринослава была принята во вниманіе также городская оцѣнка съ введеніемъ въ нее необходимыхъ поправокъ, опредѣленныхъ на основаніи данныхъ страховыхъ полисовъ, купчихъ крѣпостей и собранныхъ свѣдѣній о подрядческой стоимости домовъ съ кубической и квадратной саженей.

При оцѣнкахъ принималось во вниманіе также и возможное вздорожаніе усадебъ ко времени отчужденія ихъ, такъ какъ, согласно продажнымъ даннымъ, цѣны на усадьбы, особенно въ чертѣ г. Екатеринослава, быстро растутъ.

То же явленіе быстраго роста стоимости наблюдается, повидимому, и для земель внѣусадебныхъ, какъ показываетъ слѣдующая таблица продажныхъ цѣнъ крестьянскихъ владѣній, прошедшихъ черезъ Екатеринославскій Крестьянскій Земельный Банкъ.

| Уѣзды. | Средняя цѣна на десятину въ рубляхъ. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1905 г. | 1906 г. | 1907 г. | 1908 г. | 1909 г. | 1910 г. |
| Екатеринославскій | 153 | 193 | 200 | 160 | 188 | — |
| Новомосковскій | 187 | 181 | 190 | 172 | 171 | 241 |
| Павлоградскій | 149 | 177 | 182 | 190 | 181 | 215 |
| Александровскій | 162 | 181 | 184 | 201 | — | 222 |

Для опредѣленія цѣнъ на сельскохозяйственныя земли: пашни, огороды и выгоны—за 1911 г. были собраны подробныя свѣдѣнія о продажахъ, произведенныхъ черезъ Крестьянскій Банкъ, при чемъ для пашни средняя цѣна оказалась:

въ Екатеринославскомъ уѣздѣ—253 руб.,

» Новомосковскомъ уѣздѣ отъ 255 руб. до 333 руб.,

» Александровскомъ уѣздѣ—305 руб.

Считаясь съ тѣмъ, что мелкія крестьянскія владѣнія расцѣниваются вообще выше, чѣмъ продаваемыя банкомъ болѣе крупныя, а также принимая во вниманіе и невыгодность для владѣльцевъ отчужденія небольшихъ участковъ, цѣну послѣднихъ нужно считать въ среднемъ до 400 руб. за десятину, какъ это и принято при исчисленіи стоимости отчужденія.

Стоимость огородной земли по даннымъ банка опредѣлить не оказалось возможнымъ, такъ какъ исключительно огородныхъ владѣній онъ не продавалъ. Поэтому здѣсь главнымъ базисомъ для выясненія цѣнъ послужили арендныя условія, которыя опредѣляютъ ежегодную плату за огородныя земли отъ 30 р. до 80 р. съ десятины въ зависимости отъ степени удобствъ орошенія ихъ. Въ среднемъ арендная цѣна за огороды составляетъ 40—50 руб., что при капитализаціи изъ 6% опредѣляетъ продажную стоимость огородовъ въ 700—800 руб. Еще дороже оцѣнены сады и парки: въ 800—1.000 руб. за десятину.

Расположенные по берегамъ и на островахъ порожистой части р. Днѣпра выгоны скорѣе можно отнести къ разряду неудобныхъ земель. Береговая полоса представляетъ здѣсь крутые откосы, пересѣченные многочисленными выходами гранита; покосъ травъ невозможенъ и самое пастбище представляетъ много затрудненій, тѣмъ болѣе, что береговая полоса и обрывы мѣстами и вовсе лишены растительности. Нѣсколько лучше выгоны на островахъ, представляющихъ песчаныя отмели, заросшія ивовымъ кустарникомъ и травой. Но и здѣсь покосъ крайне затруднителенъ, такъ какъ песчаная почва даетъ пищу лишь для рѣдкаго травяного покрова, снимать который мѣшаетъ

сильно пересѣченная мѣстность и растущій повсемѣстно лознякъ. Какъ пастбище, острова тоже не представляютъ большой цѣнности, такъ какъ рѣдкая трава, часто прерываемая песчаными лысинами, даетъ мало пищи для скота, перевозка же послѣдняго черезъ рѣку связана съ большими хлопотами. Какъ было установлено по продажамъ послѣдняго времени, такая—полувыгонная, полунеудобная земля оцѣнивалась отъ 100 и 150 руб. до 200 руб. за десятину.

При исчисленіи стоимости отчужденія цѣна ея, по указаннымъ уже соображеніямъ, принята въ 200 руб. и 300 руб. за десятину въ зависимости отъ состоянія растительности на ней и степени удобствъ пользованія. При расчетѣ стоимости земель внѣ порожистой части Днѣпра, которыя не входятъ въ полосу отчужденія по составленному нами проекту и должны были бы оплачиваться лишь при постройкѣ плотины согласно проекту инж. Рундо и Юскевича, по-усадебно оцѣнены болѣе значительныя населенныя мѣста—г. Екатеринославъ и поселокъ Амуръ. Остальныя затопляемыя села подсчитаны по площади, причемъ стоимость десятины принята такой, какой она въ среднемъ опредѣлилась въ селахъ порожистой части, гдѣ была произведена подробная поусадебная опись, т. е. въ 2.000 рублей.

За огородныя земли с. Тарамскаго и Діевки, которыя по своей плодородности, удобству орошенія и близости къ мѣсту сбыта продуктовъ — Екатеринославу—относятся къ числу наиболѣе цѣнныхъ угодій и приносятъ до 80—100 руб. чистаго дохода, цѣны опредѣлены въ 1.200 руб. за десятину. Выгоны и покрытыя лозой площади по р. Днѣпру выше г. Екатеринослава оцѣнены такъ же, какъ и въ порожистой части, по 200 р. за десятину, такъ какъ и здѣсь выгоны являются неудобными. По р. Самарѣ, наоборотъ, выгоны и луга даютъ густую траву и представляютъ изъ себя значительную цѣнность, почему стоимость ихъ принята въ 300 р. и 400 руб. (для самыхъ лучшихъ луговъ).

Лѣсныя угодья, благодаря степному характеру Екатерино-

славской губерніи, встрѣчаются рѣдко и приносятъ поэтому значительный доходъ. Цѣнность ихъ за десятину достигаетъ 700 руб.

Общая стоимость отчуждаемыхъ по проекту инж. Рундо земель выше Кайдакскаго порога опредѣлена въ суммѣ свыше 16½ милл. рублей. Но нужно имѣть въ виду, что въ опись вошли далеко не всѣ подлежащія отчужденію земли. Такъ, не внесены, за неимѣніемъ съемки въ горизонталяхъ, часть г. Екатеринослава, угодья по р. Самарѣ выше г. Новомосковска, села Мандриковка, Мануиловка и др.; авторы варіанта полагали, что и опредѣленная уже ими сумма въ 16½ милл. рублей дѣлаетъ фактически невозможнымъ выполненіе шлюзованія порожистой части р. Днѣпра по проекту инж. Рундо — особенно, если имѣть въ виду, что въ полосу отчужденія входитъ и г. Екатеринославъ.

Практика дорожнаго строительства показываетъ, что разрѣшеніе на принудительное отчужденіе дается лишь въ случаяхъ безусловной необходимости его для предпріятій общественнаго значенія, а отнюдь не тогда, когда преслѣдуется лишь цѣль поднятія доходности коммерческаго предпріятія. Между тѣмъ, въ данномъ случаѣ шлюзованіе р. Днѣпра—дѣло государственной важности—вполнѣ можетъ обойтись безъ затопленія частей г. Екатеринослава и г. Новомосковска, какъ это и видно изъ описанія варіанта Кіевскаго Округа, отчужденіе же въ предѣлахъ городовъ требовалось бы лишь для увеличенія количества эксплоатируемой гидравлической энергіи, т. е. для полученія большаго дохода.

---

## Устройство и оборудованіе гидроэлектрическихъ станцій *).

Для утилизаціи подпоровъ воды, создаваемыхъ описанными ранѣе плотинами, предполагается построить у каждой плотины станцію, на которой сильныя турбины преобразовывали бы работу паденія воды въ электрическую энергію высокаго напряженія, удобную для передачи на далекое разстояніе къ мѣстамъ наибольшаго ея спроса. Общая мощность этихъ турбинъ, обезпеченная круглый годъ, составляетъ около 100.000 лош. силъ.

Въ виду незначительности напоровъ (не свыше 9,24 метра при малыхъ расходахъ Днѣпра и 3,50—6,00 метровъ весною) приходится остановиться на типѣ реакціонной турбины, а желательность помѣщенія электрогенераторовъ на общей оси съ турбиной, во избѣжаніе потери работы на передачахъ, и большая амплитуда колебаній горизонтовъ воды заставляютъ выбрать турбины вертикальнаго типа.

При назначеніи мощности отдѣльной турбины слѣдуетъ считаться съ тѣмъ практическимъ соображеніемъ, что при данной полной мощности станціи надзоръ за механизмами будетъ тѣмъ легче, а эксплоатація ихъ тѣмъ дешевле, чѣмъ меньше будетъ отдѣльныхъ турбо-генераторныхъ единицъ; слѣдовательно, на станціяхъ мощностью въ 10—20—30 тыс. силъ желательно имѣть турбины возможно большей мощности для

*) Болѣе детальное описаніе отдѣльныхъ механизмовъ, съ расчетами и чертежами, находится въ XXVI вып. „Матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ".

уменьшенія числа ихъ. Въ этомъ отношеніи практика Западной Европы даетъ примѣры удачныхъ установокъ турбинъ аналогичнаго типа мощностью до 3.000 лошадиныхъ силъ (Tuilières, близъ Бордо). Поэтому въ данномъ проектѣ мощность отдѣльныхъ турбинъ принята 1.500—3.000 лош. силъ, смотря по величинѣ напора.

Выбранный такимъ образомъ вертикальный типъ радіальной турбины Фрэнсиса съ наружнымъ впускомъ воды имѣетъ, однако, тотъ недостатокъ, что съ уменьшеніемъ рабочаго напора довольно быстро падаютъ и коэффиціентъ полезнаго дѣйствія и водопоглощательная способность турбины. Поэтому турбины расчитаны не на наибольшій возможный напоръ, а на нѣкоторый меньшій (въ среднемъ ок. 0,8 наибольшаго), при наибольшемъ же напорѣ турбины будутъ работать съ наполненіемъ ок. ³/₄.

Такъ какъ при наименьшемъ (весеннемъ) напорѣ указанныя турбины будутъ развивать всего 60%—70% своей расчетной мощности, то необходимо имѣть на каждой станціи нѣкоторое число резервныхъ турбинъ такого же типа (онѣ могутъ вступать въ дѣло и въ случаѣ поврежденія главныхъ рабочихъ турбинъ), или же спеціально приспособленныхъ для малыхъ напоровъ. Наконецъ, въ случаѣ большого спроса на энергію можетъ отказаться выгоднымъ установить добавочныя паровыя машины, которыя работали бы 2—3 мѣсяца въ году, при наименьшихъ напорахъ на турбинахъ или при наименьшихъ расходахъ воды въ Днѣпрѣ; при этомъ общая мощность всѣхъ станцій, обезпеченная круглый годъ, могла бы повыситься приблизительно до 150.000 лош. силъ, при расходѣ паровой работы ок. 50.000 силъ въ теченіе указанныхъ 2—3 мѣсяцевъ.

Турбины предполагаются трехъярусныя, при чемъ на Лоханской станціи, въ виду указанной выше особенности ея, казалось бы выгоднымъ примѣнить турбины съ двумя ярусами, работающими при напорѣ не менѣе 2,50 метра и третьимъ ярусомъ, спеціально для малыхъ напоровъ (2,50—1,90 м.), работаю-

щимъ съ малымъ коэффиціентомъ полезнаго дѣйствія, но поглощающимъ большое количество воды (типъ установки въ Tenessee). При наибольшемъ напорѣ работаютъ первые два яруса съ наполненіемъ ²/₄ и коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія около 0,75 при 42,5 оборотахъ въ минуту; съ паденіемъ напора сначала увеличивается наполненіе этихъ турбинъ до ⁴/₄, а затѣмъ вводится третій ярусъ турбинъ; такимъ образомъ возможно было бы сохранить мощность этого аггрегата (ок. 1.000 л. с.) до напора въ 1,90 метра, при которомъ коэффиціентъ полнаго дѣйствія былъ бы около 0,60; при дальнѣйшемъ уменьшеніи напора мощность системы быстро падаетъ и приходится вводить въ дѣло резервныя турбины, которыя, однако, гораздо выгоднѣе установить не на Лоханской, а на Ненасытецкой станціи, гдѣ минимальная величина напора составляетъ 5,82 метра вмѣсто 1,13 метра Лоханской станціи. Ширина турбинныхъ камеръ на всѣхъ станціяхъ предположена въ 7 метровъ; толщина стѣнъ между камерами—1,5 метра; слѣдовательно разстояніе между осями смежныхъ турбинъ—8,5.

Впускные каналы турбинныхъ камеръ закрываются, когда турбина не работаетъ, желѣзными щитами, приводимыми въ движеніе электромоторами; подобные же щиты, но не у каждой камеры, а всего три на станцію, передвигающіеся вдоль всего турбиннаго зданія и подводящіеся такимъ образомъ къ любой камерѣ, служатъ для закрыванія выпускныхъ каналовъ на тотъ случай, если понадобится осушить какую-либо камеру для ремонтныхъ работъ.

Во избѣжаніе потери напора въ подводящихъ и отводящихъ воду каналахъ, они проектированы возможно короткими и широкими (50 саж.); для задерживанія плавающихъ тѣлъ, которыя могли бы повредить турбины, устраиваются въ каждомъ подводящемъ каналѣ двѣ рѣшетки: первая, рѣдкая, но массивная, въ самомъ началѣ канала, и вторая, болѣе частая, передъ отверстіями впускныхъ каналовъ турбинныхъ камеръ. Слѣдуетъ отмѣтить, что, благодаря расположенію входовъ въ подводящіе воду

каналы подъ большимъ угломъ къ теченію рѣки, уменьшена насколько возможно опасность нажима ледохода на оградительную рѣшетку.

Если сравнить предлагаемое здѣсь расположеніе станцій съ тѣмъ, которое было намѣчено въ проектѣ инженеровъ Рундо и Юскевича, то оказывается, что уничтоженіе длинныхъ подводящихъ каналовъ увеличило рабочій напоръ при самомъ низкомъ горизонтѣ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| для Ненасытецкой | станціи | . . . . | на 0,18 метра |
| » Федоровской | » | . . . . | » 0,16 » |
| » Вильной | » | . . . . | » 0,37 » |
| | | | а всего на 0,71 метра, |

что, при расходѣ въ 340 куб. метр. въ сек., соотвѣтствуетъ выигрышу въ общей мощности этихъ станцій около:

$$340 \times 7{,}1 = \text{ок. } 2.400 \text{ лош. силъ.}$$

Наименьшій расходъ воды, по которому разсчитана мощность станцій принятъ тотъ же, что и въ проектѣ инженеровъ Рундо и Юскевича—340 куб. метровъ = 35 куб. с. въ секунду.

Въ приводимой здѣсь таблицѣ (стр. 97) указана приблизительная мощность каждой отдѣльной станціи, опредѣленная по формулѣ $P = 10 . Q . H$ (гдѣ $Q$—расходъ въ куб. метрахъ и $H$—высота напора въ метрахъ), а также и величина потребнаго для станцій расхода воды при самыхъ низкихъ и самыхъ высокихъ горизонтахъ.

Общая мощность станцій по варіанту Кіевскаго Округа П. С. на 7.700 лош. силъ менѣе противъ проекта Инженеровъ Рундо и Юскевича, причемъ это уменьшеніе всецѣло падаетъ на долю Лоханской станціи. Всѣ же остальныя станціи развиваютъ большую силу и, что главное, даютъ болѣе выгодную работу въ весеннее время, какъ это видно изъ сравненія расходовъ воды на турбинахъ. Особенно страдала невыгодностью весенней работы Вильная станція, гдѣ приходилось ста-

| СТАНЦІИ. | | По варіанту Кіевскаго Округа П. С. | | | По проекту Рундо и Юскевича. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Напоръ | Секундный расходъ воды | Мощность станцій | Напоръ | Секундный расходъ воды | Мощность станцій |
| | | въ метр. | въ метр. | въ лош. сил. | въ метр. | въ метр. | въ лош. сил. |
| | низк. в. | 2,90 | 340 | — | 5,88 | 340 | — |
| Лоханская . . | | — | — | 9.860 | — | — | 19.930 |
| | выс. в. | 1,13 | 939 | — | 4,03 | 495 | — |
| | низк. в. | 8,94 | 340 | — | 8,76 | 340 | — |
| Ненасытецкая . . | | — | — | 30.395 | — | — | 29.800 |
| | выс. в. | 5,82 | 522 | — | 5,85 | 510 | — |
| | низк. в. | 9,24 | 340 | — | 9,08 | 340 | — |
| Федоровская (Волнигская) . . | | — | — | 31.415 | — | — | 30.880 |
| | выс. в. | 5,85 | 537 | — | 4,61 | 672 | — |
| | низк. в. | 8,60 | 340 | — | 8,23 | 340 | — |
| Вильная . . . . | | — | — | 29.240 | — | — | 28.000 |
| | выс. в. | 3,69 | 792 | — | 3,24 | 864 | |
| Всего . . . . . | | — | — | 100.910 | — | — | 108.610 |

вить 11 малонапорныхъ турбинъ и возникалъ даже вопросъ объ устройствѣ парового резерва. По варіанту Кіевскаго Округа П. С. весенній напоръ здѣсь повышенъ съ 3,24 до 3,69 метр. и необходимый расходъ воды пониженъ съ 864 до 792 куб. метровъ или на 8%, что даетъ значительно болѣе выгодную работу турбинъ. Точно также значительно улучшилось положеніе Федоровской станціи (Волнигской), гдѣ весенній напоръ увеличился съ 4,61 до 5,85 метр. и необходимый расходъ воды понизился съ 672 до 537 куб. метр., т. е. на 20%. Ненасытецкая станція осталась почти безъ перемѣны, потерявъ всего 0,03 метра весенняго напора.

Такимъ образомъ ухудшилось, и притомъ рѣзко,—только одна Лоханская станція. Но, какъ указывалось выше, улучшеніе этой станціи можетъ быть достигнуто лишь поднятіемъ гребня

| НАИМЕНОВАНІЕ СТАНЦІЙ. | Напоры въ метрахъ. (Наибольшій, средній рабочій и наименьшій). | Главныя турбины. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Число турбинъ. | Наполненіе. | Число оборотовъ въ мин. | Мощность въ лош. силахъ. | |
| | | | | | Одной турбины. | Общая. |
| Лоханская . . . . . . | 2,90 | 10 | 2/4 | 42,5 | 1.000 | 10.000 |
| (Сурская). | (5,88) | (10) | (3/4) | (66,6) | (2.000) | (20.000) |
| | 1,90 | " | 4/4 | 42,5 | 1.000 | 10.000 |
| | (4,80) | " | (4/4) | (66,6) | (2.000) | (20.000) |
| | 1,13 | — | | — | — | — |
| | (4,03) | (10) | (4/4) | (66,6) | (1.460) | (14.600) |
| Ненасытецкая . . . . | 8,94 | 10 | 3/4 | 86,8 | 3.100 | 31.000 |
| | (8,76) | (10) | (3/4) | (86,8) | (3.000) | (30.000) |
| | 7,00 | " | 4/4 | " | 3.100 | 31.000 |
| | (6,95) | " | (4/4) | " | (3.000) | (30.000) |
| | 5,82 | " | 4/4 | " | 2.180 | 21.800 |
| | (5,85) | " | (4/4) | " | (2.180) | (21.800) |
| Федоровская . . . . . | 9,24 | 11 | 3/4 | 86,8 | 3.000 | 33.000 |
| (Волнигская). | (9,08) | (10) | (3/4) | (86,8) | (3.000) | (30.000) |
| | 7,00 | 11 | 4/4 | " | 3.000 | 33.000 |
| | (7,00) | (10) | (4/4) | " | (3.000) | (30.000) |
| | 5,85 | 11 | 4/4 | " | 2.040 | 22.440 |
| | (4,61) | (10) | (4/4) | " | (1.400) | (14.000) |
| Вильная . . . . . . | 8,60 | 11 | 3/4 | 86,8 | 2.700 | 29.700 |
| | (8,23) | (11) | (3/4) | (93,7) | (2.500) | (27.500) |
| | 6,95 | " | 4/4 | 86,8 | 2.700 | 29.700 |
| | (6,70) | " | (4/4) | (93,7) | (2.500) | (27.500) |
| | 3,69 | " | 4/4 | 86,8 | 330 | 3.630 |
| | (3,24) | " | (4/4) | (93,7) | (620) | (6.820) |

| Резервныя турбины. | | | | | Мощность всей станціи въ лош. силахъ (при достаточномъ колич. воды). | ПРИМѢЧАНІЯ. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Число турбинъ. | Наполненіе. | Число оборотовъ въ мин. | Мощность въ лош. силахъ. Одной турбины. | Общая. | | |
| — | — | — | — | — | 10.000 | |
| — | — | — | — | — | (20.000) | |
| 4 | 3/4 | 83,5 | 2.500 | 10.000 | 20.000 | |
| (4) | (4/4) | (66,6) | (2.000) | (8.000) | (28.000) | |
| „ | 4/4 | 83,5 | 2.500 | 10.000 | 10.000 | |
| „ | (4/4) | (66,6) | (1.460) | (5.840) | (20.440) | |
| — | — | — | — | — | 31.000 | |
| — | — | — | — | — | (30.000) | |
| 4 | 4/4 | 86,8 | 3.100 | 12.400 | 43.400 | |
| (4) | (4/4) | (86,8) | (3.000) | (12.000) | (42.000) | |
| 4 | 4/4 | „ | 2.180 | 8.720 | 30.520 | |
| (4) | (4/4) | „ | (2.180) | (8.720) | (30.520) | |
| — | — | — | — | — | 33.000 | |
| — | — | — | — | — | (30.000) | |
| 5 | 4/4 | 86,8 | 3.000 | 15.000 | 48.000 | |
| (6) | (3/4) | (51,8) | (2.700) | (16.200) | (46.200) | |
| 5 | 4/4 | 86,8 | 2.040 | 10.200 | 32.640 | |
| (6) | (4/4) | (51,8) | (2.700) | (16.200) | (30.200) | |
| — | — | — | — | — | 29.700 | |
| — | — | — | — | — | (27.500) | |
| 11 | 3/4 | 41,5 | 2.400 | 26.400 | 56.100 | |
| (11) | (3/4) | (48,4) | (2.000) | (22.000) | (49.500) | |
| „ | 4/4 | 41,5 | 2.400 | 26.400 | 30.030 | |
| „ | (4/4) | (48,4) | (2.000) | (22.000) | (28.820) | |

1. Цифрами въ скобкахъ показаны, для сравненія, данныя, относящіяся къ проекту инженеровъ Рундо и Юскевича.

2. Средніе рабочіе напоры, показанные въ этой таблицѣ, могутъ считаться обезпеченными въ теченіе 9—10 мѣсяцевъ въ году.

3. Резервныя турбины не могутъ работать при наибольшемъ расчетномъ напорѣ, такъ какъ тогда весь наличный расходъ воды поглощается главными турбинами.

4. Полная мощность всѣхъ станцій, обезпеченная при среднихъ рабочихъ напорахъ (9—10 мѣс. въ году), достигаетъ:
20.000+43.400+48.000+ +56.100=167.500 лош. с. (по проекту инженеровъ Рундо и Юскевича—около 165.700 лош. с.).

5. Резервныя турбины для Лоханской станціи (4 шт.) помѣщаются на Ненасытецкой станціи и работаютъ тамъ при напорахъ 7,00—5,85 метра.

плотины, что неизбѣжно влечетъ за собою подъемъ горизонта воды у г. Екатеринослава и связанное съ этимъ многомилiонное отчужденiе.

Поэтому нужно признать, что 10.000 лошадиныхъ силъ, на которыя можетъ быть увеличена мощность Лоханской станцiи, обошлись бы слишкомъ дорого и предпочтительнѣй отказаться отъ нихъ.

Кромѣ уменьшенiя мощности Лоханской станцiи приходится отмѣтить и невыгодность работы ея въ весеннее время, когда напоръ можетъ понизиться до 1,13 метр. Повидимому, здѣсь можетъ оказаться выгоднымъ переходъ къ паровому резерву или же постановка дополнительныхъ турбинъ на сосѣдней Ненасытецкой станцiи, отличащейся удачнымъ распредѣленiемъ напоровъ.

Слѣдующая таблица (см. стр. 98—99) даетъ болѣе полную характеристику проектируемыхъ турбинныхъ установокъ.

Электрическое оборудованiе станцiй въ общихъ чертахъ таково *):

Каждая турбина соединена непосредственно, общимъ валомъ, съ генераторомъ трехфазнаго тока; напряженiе у борновъ генератора—5.000 вольтъ, число перiодовъ—50 въ секунду. Для возбужденiя энергiи проектированы особыя динамо, получающiя движенiе отъ отдѣльныхъ большихъ турбинъ и дающiя трехфазный токъ съ напряженiемъ 110 вольтъ, преобразуемый затѣмъ умформерами въ постоянный. Мощность этихъ возбудительныхъ динамо принимается около 3% отъ рабочей мощности главныхъ генераторовъ. Для поддержанiя постоянства напряженiя въ цѣпи предполагается еще помѣстить на каждой станцiи аккумуляторную батарею, емкостью около 2.000 амперъ-часовъ.

Каждый генераторъ соединяется бронированными кабелями

*) Болѣе подробное описанiе съ чертежами, схемами, расчетами и смѣтнымъ исчисленiемъ находится въ XXVI выпускѣ «Матерiаловъ для описанiя русскихъ рѣкъ» (проектъ инж. Рундо и Юскевича) стр. 124—168 и 181—200.

съ повышающимъ трансформаторомъ такой же мощности, повышающимъ напряженіе до 65.500—68.600 вольтъ; вторичные борны этихъ трансформаторовъ присоединяются, черезъ максимальные масляные выключатели, къ панелямъ собирающихъ шинъ, образующихъ кольцо; такимъ образомъ въ случаѣ ремонта одной панели непрерывное дѣйствіе остальной части собирающихъ шинъ всегда обезпечено.

Кольцевыя шины соединяются, черезъ индукціонныя катушки, съ линейными шинами, состоящими также изъ отдѣльныхъ панелей, связанныхъ между собою контактными полосами.

Наконецъ, каждая панель линейныхъ шинъ присоединяется, черезъ максимальный выключатель съ замедляющимъ релэ, къ соотвѣтствующей группѣ линейныхъ проводовъ.

Для защиты станціонныхъ устройствъ отъ опасныхъ напряженій предполагается установить:

1) рожковые громоотводы, соединяемые съ землей черезъ большія водяныя сопротивленія;

2) включенныя послѣдовательно въ линейный проводъ ступенчатыя индукціонныя катушки съ параллельно присоединенными небольшими рожковыми искровыми промежутками, отъ которыхъ идетъ общій заземляющій проводъ съ заглушающимъ сопротивленіемъ;

3) струйчатые водяные заземлители, спеціально для отвода статическихъ перенапряженій (отъ тренія о провода воздуха, пыли или снѣга).

Для передачи получаемой на станціяхъ электрической энергіи къ мѣстамъ ея потребленія проектирована линія изъ мѣдныхъ кабелей, поддерживаемыхъ желѣзными мачтами. Площадь сѣченія мѣди въ кабелѣ предположена въ 90 или въ 120 кв. милл.; число кабелей въ разныхъ частяхъ линіи колеблется отъ 6 по 120 кв. мм. до 6 по 120 кв. мм. + 12 по 90 мм.; полный вѣсъ мѣди въ кабеляхъ—до 70.000 пудовъ при общемъ протяженіи линіи (между всѣми станціями, раздѣльной будкой у Екатеринослава и распредѣлительными трансформаторными подстан-

ціями въ Екатеринославѣ, Нижне-Днѣпровскѣ и Запорожьѣ)— 102 килом.

Изоляторы предположены висячіе, представляющіе несравненно большее сопротивленіе пробивному дѣйствію тока высокаго напряженія и дающіе въ 4—5 разъ меньшую утечку энергіи, чѣмъ изоляторы стоячаго типа.

Разстояніе между проводами назначено, согласно опытамъ Мершона и формулѣ Каппа, въ 2,40 метра; при такомъ разстояніи возможно будетъ впослѣдствіи, если бы это оказалось желательнымъ, довести напряженіе въ линіи до 110.000 вольтъ, измѣнивъ лишь расположеніе вторичной обмотки (высокаго напряженія) трансформаторовъ и увеличивъ число звеньевъ изоляторовъ.

Разстояніе между мачтами принято 70—75 метровъ; стрѣла провѣса кабелей при температурѣ 25° С—не болѣе 1,50—1,65 метра; наибольшая стрѣла провѣса—при температурѣ 40° С— 1,70 метра.

Высота мачты—12,50 метра—опредѣлена по тому расчету, чтобы разстояніе отъ земли до провода въ серединѣ пролета никогда не было менѣе 6 метровъ.

Въ мѣстахъ пересѣченія линіи съ дорогами мачты сближаются и вышина ихъ назначается такъ, чтобы въ случаѣ обрыва провода не могло явиться опасности для проходящихъ и проѣзжающихъ.

Электрическая энергія всѣхъ станцій передается на раздѣлительную будку, помѣщающуюся близъ г. Екатеринослава, и оттуда распредѣляется на трансформаторныя подстанціи въ Екатеринославѣ, Нижне-Днѣпровскѣ и Запорожьѣ, гдѣ напряженіе тока вновь понижается до 5.000 вольтъ. Далѣе токъ поступаетъ въ распредѣлительныя сѣти и у пунктовъ непосредственнаго потребленія напряженіе его понижается вторично до требуемаго предѣла, т. е., вѣроятнѣе всего, до 220 или 110 вольтъ.

Потери энергіи предположены въ слѣдующихъ цифрахъ:

въ генераторахъ . . . . . . . . . . . . . . . 8%
» повышающихъ трансформаторахъ . . . . 2 »
» линіи передачи . . . . . . . . . . . . . . 4 »
» понижающихъ первичныхъ трансформ. . 2 »
» распредѣлительной сѣти . . . . . . . . . . 4 »
» понижающихъ вторичныхъ трансформаторахъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2 »

Такимъ образомъ полный коэффиціентъ полезнаго дѣйствія всей установки, т. е. отношеніе мощности у борновъ вторичной обмотки вторичныхъ понижающихъ трансформаторовъ къ мощности на валу турбинъ, опредѣляется въ размѣрѣ:

$$0{,}92 \times 0{,}98 \times 0{,}96 \times 0{,}98 \times 0{,}96 \times 0{,}98 = 0{,}798,$$

а полная потеря энергіи составляетъ 20,2% отъ мощности турбинъ.

## Исчисленіе возможной доходности гидроэлектрическихъ устройствъ.

При составленіи смѣты на описанныя гидроэлектрическія устройства стоимость механическаго и электрическаго оборудованія станцій и подстанцій, а также стоимость линіи передачи и гражданскихъ зданій исчислены въ тѣхъ же цифрахъ, какія были приняты въ проектѣ инж-овъ Рундо и Юскевича, за исключеніемъ лишь турбинъ, генераторовъ и трансформаторовъ Лоханской станціи, стоимость которыхъ понижена вслѣдствіе значительнаго уменьшенія мощности этой станціи.

Однако, въ виду большей массивности турбинъ малаго напора и сопряженныхъ съ ними тихоходныхъ (42,5 обор. въ минуту) генераторовъ, уменьшеніе стоимости ихъ принято въ размѣрѣ всего 110.000 рублей (910.000—800.000) для турбинъ, 29.000 руб. (959.000—930.000) для генераторовъ и 70.000 руб. (392.000—322.000) для трансформаторовъ, т. е. всего—209.000 рублей; добавляя сюда соотвѣтственную скидку на стоимости монтажа (20.900 руб.), опредѣлили полное пониженіе стоимости оборудованія Лоханской станціи, по сравненію со смѣтой инж. Юскевича, въ суммѣ 229.900 рублей.

Останавливаясь на смѣтныхъ исчисленіяхъ, одобренныхъ Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія В. В. П. и Ш. Д., примемъ, что всѣ расходы, связанные съ устройствомъ линіи передачи и трансформаторныхъ подстанцій а, слѣдовательно, общія для всѣхъ 4-хъ станцій, можно распредѣлить между

станціями приблизительно пропорціонально ихъ мощности, т. е. въ отношеніи

1 : 3 : 3 : 3

Тогда полная стоимость всѣхъ станцій опредѣлится въ слѣдующихъ цифрахъ:

| СТАНЦІИ. | Стоимость станцій. | Стоимость станціи, включая 6% на непредвидѣнные расходы и 4% на техническій надзоръ. | Стоимость *) линіи передачи и подстанцій, отнесенная на станцію. | Общій расходъ на станціи. |
|---|---|---|---|---|
| Лоханская . . . . | 4.657.949 р. | 5.123.744 р. | 826.731 р. | 5.950.475 р. |
| Ненасытецкая . . . | 5.137.897 „ | 5.651.687 „ | 2.480.193 „ | 8.131.880 „ |
| Федоровская . . . . | 6.266.027 „ | 6.892.629 „ | 2.480.193 „ | 9.372.822 „ |
| Вильная . . . . . . | 6.856.010 „ | 7.541.612 „ | 2.480.193 „ | 10.021.805 „ |
| Всего . . . | — | — | — | 33.476.982 р. |

Для исчисленія возможной доходности предпріятія приняты слѣдующія нормы, основанныя на данныхъ опыта аналогичныхъ установокъ:

1) Смазка и чистка обходятся въ 0,03 к. за выработанный у борновъ генераторовъ лошадиный сило-часъ.

2) Турбинныя устройства при 6.400 рабочихъ часахъ въ году требуютъ возобновленія черезъ каждыя 18 лѣтъ, почему расходъ на этотъ предметъ при 4% на капиталъ составитъ 3,9% отъ стоимости машиннаго оборудованія.

3) Электрическія оборудованія требуютъ возобновленія черезъ

*) Стоимость линіи передачи и подстанцій 1.994.670 р. + 5.521.068 р. = 7.515.738 р., прибавляя же 6% на непредвидѣнные расходы и 4% на техническій надзоръ — 8.267.311 р. 80 к.

каждыя 16 лѣтъ, почему расходъ на этотъ предметъ составитъ 4,6% отъ стоимости электрическаго оборудованія.

4) Срокъ службы линіи передачи при желѣзныхъ мачтахъ можетъ быть принятъ въ 30 лѣтъ, и расходъ на возобновленіе ея составитъ 1,8% отъ стоимости линіи безъ цѣны отчужденія, т. е. отъ суммы 5.143.618 руб.

5) Содержаніе напорныхъ бассейновъ обходится въ 0,5% отъ ихъ стоимости.

6) Содержаніе зданій станцій, жилыхъ домовъ и подстанцій обходится въ 1,0% отъ ихъ стоимости.

7) Содержаніе машиннаго и электрическаго оборудованія обходится въ 2½% отъ его стоимости.

8) Обслуживаніе напорныхъ бассейновъ обходится 0,5% отъ ихъ стоимости.

9) Обслуживаніе одной станціи (личный составъ) обходится въ 14.900 руб. и трехъ подстанцій—въ 22.500 руб.

10) Обслуживаніе линіи передачи обходится въ 2% отъ ея стоимости безъ цѣны отчужденія.

Наконецъ, расходъ на амортизацію капитала и уплату процентовъ принятъ въ размѣрѣ 6%, соотвѣтственно современному состоянію денежнаго рынка.

Результаты исчисленій, произведенныхъ на основаніи перечисленныхъ нормъ, сведены въ таблицу, изъ которой видно, что самой выгодной является Ненасытецкая станція, затѣмъ Федоровская, Вильная и, наконецъ, Лоханская. Въ этомъ порядкѣ и надлежитъ вести постройку станцій по мѣрѣ развитія спроса на энергію.

Расчетъ расходовъ проектируемыхъ гидроэлектрическихъ станцій.

| Категоріи расходовъ. | Лоханская станція. | Ненасытецкая станція. | Федоровская станція. | Вильная станція. | Итого для всѣхъ 4-хъ станцій. |
|---|---|---|---|---|---|
| | В ъ | р у б | л я х ъ. | | |
| Проценты на капиталъ и амортизація по станціямъ (6%) . . . . . | 308.095 | 339.841 | 414.460 | 453.483 | 1.515.879 |
| Тоже, по общимъ устройствамъ (6%) . . . . | 49.712 | 149.137 | 149.137 | 149.137 | 497.123 |
| Возобновленіе: | | | | | |
| а) турбинныхъ устройствъ (3,9%) . . . . . | 46.181 | 46.983 | 65.730 | 95.160 | 254.054 |
| б) электрич. оборудованія станцій (4,6%) . . . . | 76.406 | 106.816 | 117.037 | 119.188 | 419.447 |
| в) электрич. оборуд. подстанцій *) (4,6%) . . . | 7.912 | 23.736 | 23.736 | 23.736 | 79.120 |
| г) линіи передачи (1,8%) | 9.744 | 29.232 | 29.232 | 29.232 | 97.440 |
| Итого косвенныхъ расходовъ . . | 498.050 | 695.745 | 799.332 | 869.936 | 2.863.063 |
| **Прямые расходы.** | | | | | |
| Содержаніе: | | | | | |
| а) напорныхъ бассейновъ (0,5%) . . . . . . . . | 4.961 | 3.990 | 5.561 | 3.007 | 17.519 |

*) Стоимость электрическаго оборудованія подстанцій 1.720.068 р.

| Категоріи расходовъ. | Лоханская станція. | Ненасытецкая станція. | Федоровская станція. | Вильная станція. | Итого для всѣхъ 4-хъ станцій. |
|---|---|---|---|---|---|
| | Въ рубляхъ. | | | | |
| б) зданій станцій (1,0%) . | 8.005 | 7.915 | 9.040 | 11.569 | 36.529 |
| в) зданій подстанцій (1,0%) | 274 | 823 | 823 | 823 | 2.743 |
| г) турбинъ и электр. оборуд. станцій (2,5%) | 71.128 | 88.170 | 105.742 | 125.776 | 390.816 |
| д) электрич. оборуд. подстанцій (2,5%) . . . | 4.300 | 12.900 | 12.900 | 12.900 | 43.000 |
| Обслуживаніе: | | | | | |
| а) напорныхъ бассейновъ (0,5%) . . . . . . . . | 4.961 | 3.990 | 5.561 | 3.007 | 17.519 |
| б) станцій . . . . . . . | 14.900 | 14.900 | 14.900 | 14.900 | 59.600 |
| в) подстанцій . . | 2.250 | 6.750 | 6.750 | 6.750 | 22.500 |
| г) линіи передачи (2%) . | 10.827 | 32.481 | 32.481 | 32.481 | 108.270 |
| Смазка и чистка машинъ *) . . . . . . | 17.416 | 53.690 | 55.491 | 51.648 | 178.245 |
| Итого прямыхъ расходовъ | 139.022 | 225.609 | 249.249 | 262.861 | 876.741 |
| Всего расходовъ по станціямъ . . | 637.072 | 921.354 | 1.048.581 | 1.132.797 | 3.739.804 |

*) Количество сило-часовъ у борновъ генераторовъ 58054000, 178969600, 184972800 и 172160000. Расходъ на смазку и чистку—0,03 коп. на лош. силу-часъ.

Расчетъ доходности проектируемыхъ гидроэлектрическихъ станцій.

| | Лоханская станція. | Ненасытецкая станція. | Федоровская станція. | Вильная станція. | Для всѣхъ 4-хъ станцій. |
|---|---|---|---|---|---|
| Годовое количество лошадиныхъ сило-часовъ у борновъ вторичныхъ трансформаторовъ . | 50.066.000 | 154.343.000 | 159.520.000 | 148.471.000 | 512.400.000 |
| Валовой доходъ по станціи въ рубляхъ при цѣнѣ 2 коп. за лош.-часъ . . . . . . . . | 1.001.320 | 3.086.860 | 3.190.400 | 2.969.420 | 10.248.000 |
| Расходъ по станціи, въ руб. . . . . . . . | 637.072 | 921.354 | 1.048.581 | 1.132.797 | 3.739.804 |
| Себѣ-стоимость лошадиной силы-часа, въ коп. . . . . . . . . | 1,346 | 0,600 | 0,657 | 0,763 | 0,73 |
| Чистая прибыль по станціи, въ рубляхъ . . . | 364.248 | 2.165.506 | 2.141.819 | 1.836.623 | 6.508.196 |
| Капиталъ, затраченный на устройство станціи и передаточныхъ устройствъ, въ руб. . . | 5.950.475 | 8.131.880 | 9.372.822 | 10.021.805 | 33.476.982 |
| Чистой прибыли на затраченный капиталъ (по уплатѣ заемнаго процента), въ %% . . . | 6,1 | 26,5 | 22,8 | 18,3 | 19,4 |

## Записка о сравнительной стоимости единицы силы при установкахъ различнаго рода современныхъ двигателей.

(Составлена инж—ми И. А. Розовымъ и В. Д. Никольскимъ въ виду пожеланія, высказаннаго Инженернымъ Совѣтомъ).

---

Настоящая записка имѣетъ цѣлью выяснить степень выгодности полученія энергіи путемъ утилизаціи гидравлической силы пороговъ р. Днѣпра по сравненію съ другими способами добыванія ея, изъ которыхъ въ послѣднее время наиболѣе примѣняемыми для большихъ установокъ являются:

1. Турбо-генераторы.
2. Газогенераторы.
3. Дизель-моторы.
4. Стаціонарныя паровыя машины.

Установки локомобильнаго типа мы не разсматриваемъ въ виду того, что для большихъ мощностей (въ 1.000 лош. силъ) онѣ стали примѣняться лишь недавно, и экономичность ихъ не выяснена въ надлежащей степени.

*1. Гидроэлектрическая установка.*

Гидроэлектрическія станціи проектированы въ 100.910 лош. силъ съ отпускомъ у вторичныхъ генераторовъ 512.400.000 лош. силъ-часовъ. Общая стоимость всѣхъ устройствъ 33.500.000 руб.

Эксплоатаціонные расходы складываются слѣдующимъ образомъ:

Расходъ на смазку и обтирку, считая по 0,03 к. на лошадь у борновъ генераторовъ . . . . . . . . . 178.245 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0347 к.

Личный составъ . . . . . . . . 82.100 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0160 к.

Содержаніе машинныхъ и электрическихъ устройствъ, считая 2,5% отъ первоначальной стоимости ихъ . . . . . . . . . . . . 433.816 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0846 к.

Содержаніе зданій, считая 1% отъ первоначальной стоимости ихъ . . . . . . . . . . . . . . 74.310 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0145 к.

Содержаніе линіи передачи, считая 2,5% отъ первоначальной стоимости ихъ . . . . . . . . . . . . 109.850 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0214 к.

---

Всего прямыхъ расходовъ . 878.321 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,1712 к.

Возобновленіе машинныхъ устройствъ, считая по 3,9% отъ первоначальной стоимости (черезъ 18 лѣтъ) и электрическихъ устройствъ, считая по 4,6% отъ первоначальной стоимости (черезъ 16 лѣтъ) . . . . . . . . . . 752.621 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,1468 к.

Возобновленіе линіи передачи, считая по 1,8% отъ первоначальной стоимости (черезъ 39 лѣтъ). 98.870 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,0193 к.

Процентъ на капиталъ, считая $6^0/_0$ . . . . . . . . . . . . . . . 2.010.000 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,3925 к.

Всего косвенныхъ расходовъ 2.864.494 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,5586 к.

А всего . . . . . . . . . . . . . 3.742.815 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,73 к.

*II. Турбогенераторная установка.*

Этотъ родъ установокъ въ послѣднее время получилъ особенно сильное распространеніе, благодаря простотѣ своего устройства и плавности работы, обусловленной отсутствіемъ мѣняющихъ направленіе хода массъ. Мощность одного аггрегата паротурбины доходитъ до 30.000 лош. силъ, что значительно упрощаетъ устройство большихъ центральныхъ станцій.

Мы разсмотримъ установку изъ 5 аггрегатовъ по 20.000 лош. силъ каждый. Мощность такой станціи при условіи работы четырехъ турбинъ и нахожденія одной турбины въ запасѣ равна 80.000 лош. силъ, что при 6.400 рабочихъ часахъ составляетъ 512.000.000 силъ-часовъ, на борнахъ же понижающихъ трансформаторовъ можетъ быть продано

$$0{,}98 \times 0{,}98 \times 80.000 = 76.832 \text{ лош.-силъ},$$

считая потери $2^0/_0$ въ распредѣлительной сѣти и $2^0/_0$ въ понижающихъ трансформаторахъ.

Число рабочихъ часовъ въ году—6.400 и продаваемыхъ лош. силъ-часовъ

$$76832 \times 6400 = 491.724.800,$$

что приблизительно соотвѣтствуетъ проектированной гидравлической установкѣ.

Стоимость машинныхъ частей для большихъ турбо-

генераторовъ можетъ быть принята въ 110 руб. на лош. силу, стоимость зданія—въ 25 руб. на лош. силу. Расходъ пара составляетъ при перемѣнной нагрузкѣ 6 килограммъ на силу-часъ, но, принимая во вниманіе потерю полезной работы въ динамомашинѣ, необходимо расходъ пара принять въ 7,4 кгр., что при производительности котла, равной 7,5, опредѣлитъ расходъ топлива на силу-часъ въ 1 кгр.—2,5 ф. Стоимость угля въ Екатеринославѣ при заказахъ большихъ партій—14 коп. за пудъ. Расходъ на смазку и чистку нѣсколько выше, чѣмъ въ водяныхъ турбинахъ, сообразно съ большой скоростью хода механизмовъ, и можетъ быть принятъ въ 0,04 коп. на силу-часъ, получаемую у борновъ генераторовъ. Срокъ возобновленія механизмовъ, согласно даннымъ инженера Ратнера *)—10 лѣтъ, что опредѣляетъ процентъ амортизаціи въ 7,9%.

Личный составъ состоитъ при автоматическихъ загрузочныхъ аппаратахъ изъ:

| | | |
|---|---|---|
| главнаго инженера . . . . . . . . | 7.200 | руб. |
| 2 младшихъ инженеровъ . . . . . | 7.200 | » |
| мастера . . . . . . . . . . . . . . | 1.500 | » |
| 2 слесарей . . . . . . . . . . . . . | 1.200 | » |
| старшаго монтера . . . . . . . . | 1.500 | » |
| 5 монтеровъ . . . . . . . . . . . . | 3.000 | » |
| 4 старшихъ машинистовъ . . . . | 4.800 | » |
| 12 младшихъ машинистовъ . . . | 10.800 | » |
| Кочегаровъ и подручныхъ . . . | 40.000 | » |
| Всего . . . . . . | 77200 | руб. |

На содержаніе машинныхъ устройствъ и зданій, а также на оплату капитала принять тотъ же процентъ, что и для гидроэлектрической станціи.

*) Двигатель, 1912 г. № 4—„Сравнительныя данныя стоимости эксплоатаціи современныхъ двигателей".

На основаніи этихъ данныхъ стоимость турбо-генераторной станціи опредѣлилась въ

$100000 \times 110 = 11.000.000$ р. для механизмовъ и
$100000 \times 25 = 2.500.000$ р. для зданій,

а всего $11.000.000 + 2.500.000 = 13.500.000$ руб., что на дѣйствительную силу составляетъ 169 руб.

Эксплоатаціонные расходы складываются изъ слѣдующихъ суммъ:

$$\text{Каменный уголь по } \frac{14 \times 25}{40} = 0{,}875$$

на силу—часъ, что составитъ

$0{,}875 \times 512.000.000 = 4.480.000$ руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,910 к.

Смазка и обтирка

$0{,}04 \times 512.000.000 = 204.800$ руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,042 к.

Личный составъ 70.200 р. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,014 к.

Содержаніе машиннаго оборудованія по $2\frac{1}{2}\%$.

$11.000.000 \times 0{,}025 = 275.000$ руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,056 к.

Содержаніе зданій 1%.

$2.500.000 \times 0{,}01 = 25.000$ руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,005 к.

---

Всего прямыхъ расходовъ 5.055.000 руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,027 к.

Возобновленіе машиннаго оборудованія

$11.000.000 \times 0{,}079 = 869.000$ руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,176 к.

Проценты на капиталъ

13.500.000×0,06=810.000 руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,165 к.

Всего косвенныхъ расходовъ 1.679.000 руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . 0,341 к.

А всего 6.734.000 руб. или на отпускаемую лош.-часъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1,368 к.

При пониженіи стоимости угля до 12 коп. расходъ на топливо понизился бы

$\frac{2\times 2{,}5}{40} = 0{,}125$ к. на силу-часъ, а всего на $0{,}125 \times 512.000.000 = 640.000$ руб., что на отпускаемую силу часъ составитъ 0,13 коп.

Такое удешевленіе угля возможно послѣ устройства воднаго сообщенія Дона съ Днѣпромъ.

### *III. Газогенераторная установка.*

Въ примѣненіи къ большимъ станціямъ газогенераторы обладаютъ существенными недостатками, способствующими къ оттѣсненію этихъ двигателей турбинами. Къ нимъ относятся— малая эластичность въ отношеніи перегрузки, необходимость въ большомъ числѣ починокъ, вслѣдствіе быстраго изнашиванія частей, сравнительная громоздкость механизмовъ.

Для расчета принята станція мощностью въ 90.000 лош. силъ, съ выработкой $90.000 \times 6.400 = 576.000.000$ силъ-часовъ, при 18.000 (20%) запасныхъ лошад. силъ.

Для продажи при потеряхъ 8% въ динамо-машинѣ, 2% въ сѣти и 2% въ трансформаторахъ имѣется $0{,}92 \times 0{,}98 \times 0{,}98 \times 90.000 = 79.521$ лош. силъ или $79.521 \times 6.400 = 508.934.400$ силъ-часовъ.

Стоимость машинныхъ установокъ газогенераторовъ на лош. силу—135 руб., зданія—40 руб.

Расходъ антрацита на лош. силу равенъ 1 ф., что при цѣнѣ его въ г. Екатеринославѣ въ 15 коп. составитъ $\frac{15}{40} = 0{,}375$ к., расходъ масла и обтирки—0,15 к. на лош. силу.

Возобновленіе механизмовъ черезъ 8 лѣтъ, что составитъ расходъ въ $10^1/_2\%$.

Личный составъ станціи заключаетъ:

| | |
|---|---|
| Главнаго инженера . . . . . . . . . . | 7.200 р. |
| 2 младшихъ инженеровъ . . . . . . . | 7.200 » |
| 2 мастеровъ . . . . . . . . . . . . . | 3.000 » |
| 6 слесарей . . . . . . . . . . . . . . | 3.600 » |
| 2 старшихъ монтеровъ . . . . . . . . | 3.000 » |
| 10 младшихъ монтеровъ . . . . . . . | 6.000 » |
| А всего . . . | 30.000 р. |

Машинной команды при 90 аггрегатахъ, раздѣленныхъ на 18 партій:

| | |
|---|---|
| 18 старшихъ машинистовъ . . . . . . | 21.600 р. |
| 36 младшихъ » . . . . . . | 32.400 » |
| кочегаровъ . . . . . . . . . . . . . . | 54.000 » |
| | 138.000 р. |

На основаніи этихъ данныхъ стоимость газогенераторной станціи опредѣлится въ 108.000 × 135 р. = 14.580.000 р. для машиннаго оборудованія и 108.000 × 40 р. = 4.320.000 р. для зданія, а всего 14.580.000 р. + 4.320.000 р. = 18.900.000 р., что на одну работающую лошадиную силу составитъ 210 руб.

Эксплоатаціонные расходы могутъ быть приняты въ такомъ видѣ:

Антрацитъ 576.000.000 × 0,375 = . . . . . . . . . 2.160.000 р. или на отпускаемую лош. силу 0,424 к.

Масла и обтирки $576.000.000 \times 0,1 + 30\% =$ . . 864.000 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,177 к.

Личный составъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . 138.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,027 к.

Содержаніе машиннаго оборудованія $14.580.000 \times$
$\times 0,025 =$ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 364.500 »
или на отпускаемую лош. силу 0,072 к.

Содержаніе зданій $4.320.000 \times 0,01 =$ . . . . . . . 43.200 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,007 к.

Всего прямыхъ расходовъ . . . 3.569.700 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,707 к.

Возобновленіе машинныхъ оборудованій
$14.580.000 \times 0,105 =$ . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1.570.900 »
или на отпускаемую лош. силу 0,309 к.

Проценты на капиталъ $18.900.000 \times 0,06 =$ . . . . 1.134.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,223 к.

Всего косвенныхъ расходовъ . . . . . . . . 2.704.900 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,532 к.

А всего . . 6.274.600 р.
или на отпускаемую лош. силу 1,24 к.

При пониженіи стоимости антрацита до 13 к. расходъ на топливо понизился бы на $\frac{2 \times 1}{40} = 0,05$ к. на силу-часъ, а всего на $0,05 \times 576.000.000 = 288.000$ р., что на отпускаемую силу-часъ составитъ 0,057 к. пониженія себѣстоимости.

## *IV. Дизель—Моторы.*

Дизель-моторы работаютъ значительно надежнѣе газогенераторныхъ установокъ, но все же недостатки послѣднихъ присущи и имъ. Къ спеціальнымъ неудобствамъ дизельныхъ установокъ нужно отнести необходимость въ весьма тщательномъ уходѣ за ними, а также въ постоянныхъ текущихъ ремонтахъ, такъ какъ нѣкоторыя части требуютъ чистки или притирки черезъ каждые 60—200 рабочихъ часовъ. Наоборотъ, какъ на достоинства ихъ слѣдуетъ указать на сравнительно небольшую требуемую ими площадь.

Стоимость машинныхъ оборудованій для дизельныхъ станцій составляетъ около 180 р. на лош. силу, стоимость зданія 30 руб. на лош. силу.

Расходъ нефти, согласно анкеты Секретаріата по центральнымъ электрическимъ станціямъ, колеблется отъ 170 до 250 гр. (0,41—0,61 фунтъ), масла отъ 9 гр. до 25 гр. (0,022 ф. до 0,062 ф.) на лош. силу-часъ, почему въ среднемъ можно принять расходъ нефти 0,5 фунта въ часъ, а масла—0,035 фунта въ часъ, при цѣнѣ нефти въ 50 к. за пудъ и масла 2 р. за пудъ, стоимость для одного рабочаго силы-часа составитъ:

$$\text{топлива } \frac{0{,}5 \times 50}{40} = 0{,}625 \text{ к.}$$

$$\text{масла } \frac{0{,}035 \times 2}{40} = 0{,}175 \text{ к.}$$

Обтирки 30% отъ стоимости масла—0,05 к.

Амортизація машиннаго оборудованія принята въ 8-лѣтній срокъ, считая по 10,5%.

Станція предположена той же мощностью, что и газогенераторная, т. е. въ 90.000 лош. силъ при 20% запасныхъ.

Личный составъ машинной команды заключаетъ съ себѣ:

| | |
|---|---|
| 15 старшихъ машинистовъ . . . . . . . . | 18.000 р. |
| 30 младшихъ машинистовъ . . . . . . . . | 27.000 » |
| 30 подручныхъ . . . . . . . . . . . . . . | 13.500 » |
| | 58.500 р. |

Принимая во вниманіе содержаніе обслуживающаго станцію техническаго и рабочаго персонала въ 30.000 р., опредѣлимъ содержаніе личнаго состава въ 88.500 р.

На основаніи приведенныхъ данныхъ стоимость машиннаго оборудованія дизельной станціи составляетъ

$$108.000 \times 180 \text{ р.} = 19.440.000 \text{ руб.}$$

стоимость постройки зданій

$$108.000 \times 30 \text{ р.} = 3.240.000 \text{ руб.}$$

а всего 19.440.000 р. + 3.240.000 р. = 22.680.000 руб., что на одну работающую силу даетъ 252 руб.

Эксплоатаціонные расходы складываются изъ слѣдующихъ величинъ:

Топливо 0,625 × 576.000.000 = . . . . . . . . . . 3.600.000 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,707 к.

Смазка и обтирка 0,225 × 576.000.000 = . . . . 1.296.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,255 к.

Личный составъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 88.500 »
или на отпускаемую лош. силу 0,017 к,

Содержаніе машиннаго оборудованія 19.440.000 × 0,025 = . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 486.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,095 к.

Содержаніе зданій 3.240.000 × 0,01 = . . . . . . . . 32.400 »
или на отпускаемую лош. силу 0,006 к.

Всего прямыхъ расходовъ . . . 5.502.900 р.

или на отпускаемую лош. силу 1,080 к.

Амортизація машинн. оборудованій 19.440.000 ×
× 0,105 = . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2.041.200 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,401 к.

Проценты на капиталъ 22.680.000 × 0,06 = . . . 1.360.800 »
или на отпускаемую лош. силу 0,267 к.

Всего косвенныхъ расходовъ . . . 3.402.000 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,668 к.

А всего . . . 8.904.900 р.

или на отпускаемую лош. силу 1,748 к.

## *V. Паровая установка.*

Установки стаціонарныхъ паровыхъ машинъ послѣднее время достигли значительной экономичности и благодаря надежности своей работы успѣшно выдерживаютъ конкурренцію двигателей внутренняго сгоранія.

Стоимость машиннаго оборудованія при большихъ установкахъ можетъ быть принята въ 150 р. на лош. силу, стоимость зданій въ 35 р. Расходъ угля на силу-часъ 0,665 клгр. или 1,66 ф., что составитъ $\frac{1,66 \times 14}{40} = 0,581$ к., масла и обтирки— 0,15 к. Амортизація машинныхъ частей можетъ быть разсчитываема на 12 лѣтъ, составляя ежегодно 6,3%.

Личный составъ при автоматической загрузкѣ требуетъ:

| | |
|---|---|
| 9 старшихъ машинистовъ . . . . . . | 10.800 р. |
| 18 младшихъ машинистовъ . . . . . . . | 16.200 » |
| кочегаровъ и подручныхъ . . . . . . | 50.000 » |
| техническій и рабочій персоналъ . . . | 30.000 » |
| | 108.000 р. |

Стоимость устройства станціи въ 90.000 лош. силъ при 15% запаса складывается изъ стоимости машиннаго оборудованія

$$103.500 \times 150 \text{ р} = 15.525.000 \text{ р.}$$

стоимости зданій

$$103.500 \times 35 \text{ р.} = 3.622.500 \text{ р.}$$

а всего 15.525.000 + 3.662.500 = 19.147.500 р., что на работающую силу составитъ 213 р.

Эксплоатаціонные расходы выражаются въ такомъ видѣ:

Топливо 0,581 × 576.000.000 = . . . . . . . . . 3.346.560 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,657 к.

Масло и обтирка 0,15 × 576.000.000 . . . . . . . 864.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,170 к.

Личный составъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . 108.000 »
или на отпускаемую лош. силу 0,021 к.

Содержаніе машиннаго оборудованія 15.525.000 × 0,025 = . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 388.125 »
или на отпускаемую лош. силу 0,076 к.

Содержаніе зданій 3.662.500 × 0,01 = . . . . . . 36.625 »
или на отпускаемую лош. силу 0,007 к.

Всего прямыхъ расходовъ . . . 4.742.910 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,931 к.

Амортизація машиннаго оборудованія 15.525.000 × 0,063 = . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 978.075 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,192 к.

Проценты на капиталъ 19.147.500 × 0,06 = . . . 1.148.850 »
или на отпускаемую лош. силу 0,226 к.

Всего косвенныхъ расходовъ . . 2.126.925 р.
или на отпускаемую лош. силу 0,418 к.

А всего . . . 6.869.835 р.
или на отпускаемую лош. силу 1,35 к.

При уменьшенiи стоимости угля до 12 к., расходъ на силу-часъ понизится на $\frac{2 \times 1,66}{40} = 0,083$ к., что дало бы экономiю въ 478.080 руб. и уменьшило бы себѣстоимость отдаваемой лошади-часа на 0,094 к.

## *VI. Установки на разстоянiи.*

Какъ видно изъ произведенныхъ расчетовъ наиболѣе экономичными установками, не считая гидроэлектрическихъ, являются турбогенераторныя, газогенераторныя и станцiонарныя паровыя, причемъ первыя изъ нихъ становятся особенно выгодными при удешевленiи топлива, составляющаго главный элементъ полученiя энергiи. Поэтому можетъ быть поставленъ вопросъ не будетъ ли наиболѣе экономичнымъ устроить силовую станцiю въ мѣстахъ добычи угля съ передачей энергiи въ г. Екатеринославъ.

Для возможности отвѣта произведенъ расчетъ эксплоатацiи станцiй турбо-генераторовъ мощностью въ 100.000 лош. силъ, установленной въ районѣ Донецкихъ копей въ с. Щербиновкѣ. Такая станцiя даетъ на борнахъ генератора при 6.400 часахъ работъ 640.000.000 сило-часовъ, а въ мѣстахъ отпуска, принимая потери въ повышающихъ трансформаторахъ въ 2%, въ линiи передачи въ 12%, въ понижающихъ трансформаторахъ—2%, въ распредѣлительной сѣти—2% и во вторичныхъ трансформаторахъ—2%.

$0,98 \times 0,88 \times 0,98 \times 0,98 \times 0,98 \times 640.000.000 = 519.500.000$ чачовъ-силъ.

Число рабочихъ аггрегатовъ 5 по 20.000 каждый и одинъ запасной.

Стоимость станцiй складывается изъ

а) стоимости зданiй $120.000 \times 30$ . . . . . . . . . . 3.600.000 р.

| | |
|---|---|
| б) стоимости машиннаго оборудованія 120.000 × × 110 | 13.200.000 р. |
| в) стоимости трансформаторнаго и распредѣлительнаго оборудованія 120.000 × 33 | 3.960.000 » |
| | 20.760.000 р. |
| д) линія передачи на 200 килом. по 75 тыс. руб. на версту | 15.000.000 » |
| е) подстанціи | 1.900.000 » |
| ж) стоимость зданій | 300.000 » |
| Всего стоимость станціи | 37.960.000 р. |

или на работающую лош. силу 379 р. 60 коп.

Эксплоатаціонные расходы получаются слѣдующимъ образомъ:

Топливо, при цѣнѣ каменнаго угля въ 8 коп., составитъ на на лош. силу на валу $\frac{8 \times 2,5}{40}$ 0,5 к.

Полный расходъ

0,5 × 640.000.000 . . . . . . . . . . 3.200.000 р.

на отпускаем. лош. силу 0,616 к.

Смазка и обтирка

0,04 × 640.000.000 . . . . . . . . . . 256.000 »

или на отпускаем. лош. силу 0,049 к.

Личный составъ . . . . . . . . . . 100.000 »

или на отпускаем. лош. силу 0,019 к.

Содержаніе машиннаго оборудованія 0,025 × (1.200.000 + 1.900.000) . . . . . . . . . . 426.500 »

или на отпускаем. лош. силу 0,082 к.

Содержаніе зданій

0,01 (3.600.000 + 300.000) . . . . . . . . . . 39.000 »

или на отпускаем. лош. силу 0,007 к.

Содержаніе линіи передачи

0,02 × 14.000.000 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 280.000 р.

или на отпускаем. лош. силу 0,054 к.

Всего прямыхъ расходовъ . . . 4.301.500 р.

или на отпускаем. лош. силу 0,827 к.

Амортизація машиннаго оборудованія

0,079 × 13.200.000 . . . . . . . . . . . . . . . . . . 1.042.800 »

или на отпускаем. лош. силу 0,201 к.

Тоже электрическаго оборудованія

0,046 × (3.960.000 + 1.900.000) . . . . . . . . . . . 269.560 »

или на отпускаем. лош. силу 0,052 к.

Тоже линія передачи

0,018 × 14.000.000 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 252.000 »

или на отпускаем. лош. силу 0,049 к.

Процентъ на капиталъ

0,06 × 37.960.000 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 2.277.600 »

или на отпускаем. лош. силу 0,438 к.

Всего косвенныхъ расходовъ . . . 3.841.960 р.

или на отпускаем. лош. силу 0,740 к.

А всего . . 8.143.460 »

или на отпускаем. лош. силу 1,56 к.

Всѣ результаты расчетовъ сведены на двѣ таблицы, изъ которыхъ видно, что гидроэлектрическія установки значительно экономичнѣе всѣхъ другихъ способовъ добыванія энергіи. Такъ, занимающая слѣдующее мѣсто—по выгодности газогенераторная установка вырабатываетъ энергіи на 69% дороже гидравлической.

Но кромѣ соображеній доходности въ пользу водяныхъ установокъ имѣется еще два довода, которые даже при равен-

ствѣ прочихъ условій заставили бы обратиться къ использованію сихъ пороговъ.

Каменный уголь представляетъ весьма цѣнное народное богатство, расходовать которое нужно весьма осторожно. Залежи его далеко не неистощимы и слѣдуетъ думать о будущемъ. Если оказывается возможнымъ получить помимо каменнаго угля новый источникъ энергіи, могущій замѣнить свыше 10.000.000 пуд. угля, то было бы непростительной расточительностью оставить его безъ утилизаціи.

Кромѣ расходовъ народнаго богатства, работа установокъ на каменномъ углѣ имѣетъ ту невыгодную сторону, что по мѣрѣ углубленія копей и истощенія запасовъ угля получаемая энергія будетъ имѣть наклонность къ вздорожанію и конкурренція построенной силовой станціи съ другими генераторами энергіи будетъ все труднѣе. Между тѣмъ гидравлическая энергія очевидно не можетъ повышаться въ своей стоимости, такъ какъ эксплоатаціонные расходы состоятъ почти исключительно изъ амортизаціи имущества и процентовъ на капиталъ.

Таблица данныхъ, примѣненныхъ при расчетѣ себѣ-стоимости энергіи на центральныхъ станціяхъ съ различными установками.

| | Гидравлическая установка. | Турбогенераторы. | Газогенераторы. | Дизельмоторы. | Стаціонарныя паровыя машины. | Турбогенераторы съ передачей тока на 200 килом. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | В ъ | р у | б л я х ъ. | | | |
| Стоимость машиннаго оборудованія на силу . . | — | 110 | 135 | 180 | 150 | 110 |
| Стоимость зданія на силу . . . . . . . . . | — | 25 | 40 | 30 | 35 | 30 |
| Стоимость трансформаторныхъ устройствъ на силу . . . . . . . . . | — | — | — | — | — | 33 |
| Стоимость линіи передачи на версту . . . . | — | — | — | — | — | 75.000 |
| Расходъ топлива на силу въ фунт. . . . . . | — | 2,5 | 1 | 1/2 (нефть) | 1,66 | 2,5 |
| Тоже въ копѣйкахъ . | — | 0,875 | 0,375 | 0,625 | 0,581 | 0,5 |
| Расходъ на смазку и обтирку на силу-часъ . . | 0,03 | 0,04 | 0,15 | 0,175 + 0,050 | 0,15 | 0,04 |
| Расходъ на личный составъ . . . . . . . . | 82.100 | 70.200 | 138.000 | 88.500 | 108.000 | 100.000 |
| Обслуживаніе машинъ . . . . . . . . . | 2 1/2% | 2 1/2% | 2 1/2% | 2 1/2% | 2 1/2% | 2 1/2% |
| Обслуживаніе зданій . | 1% | 1% | 1% | 1% | 1% | 1% |
| Обслуживаніе линіи передачи . . . . . . . . | 2 1/2% | — | — | — | — | 2 1/2% |
| Амортизація машинъ . | 3,9% | 7,9% | 10,5% | 10,5% | 6,3% | 7,9% |
| Тоже электрическихъ устройствъ . . . . . . . | 4,6% | — | — | — | — | 4,6% |
| Тоже линіи передачи . | 1,8% | — | — | — | — | 1,8% |
| Процентъ на капиталъ . . . . . . . . . | 6% | 6% | 6% | 6% | 6% | 6% |

Таблица себѣ-стоимости энергіи, добываемой на центральныхъ станціяхъ съ различными установками.

| | Гидравлическая установка. | Турбогенераторы. | Газогенераторы. | Дизельмоторы. | Стаціонарныя паровыя машины. | Турбогенераторы съ передачей тока на 200 килом. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Расходъ на отпускаемую лошадиную силу-часъ въ копѣйкахъ. | | | | | |
| Прямые расходы. | | | | | | |
| Топливо | — | 0,910 | 0,424 | 0,707 | 0,657 | 0,616 |
| Смазка и обтирка | 0,035 | 0,042 | 0,177 | 0,255 | 0,170 | 0,049 |
| Личный составъ | 0,016 | 0,014 | 0,027 | 0,017 | 0,021 | 0,019 |
| Содержаніе машинъ | 0,084 | 0,050 | 0,072 | 0,095 | 0,076 | 0,082 |
| Содержаніе зданій | 0,015 | 0,005 | 0,007 | 0,006 | 0,007 | 0,007 |
| Содержаніе линіи передачи | 0,020 | — | — | — | — | 0,054 |
| А всего | 0,170 | 1,027 | 0,707 | 1,080 | 0,931 | 0,827 |
| Косвенные расходы. | | | | | | |
| Амортизація машинъ | 0,147 | 0,176 | 0,309 | 0,401 | 0,192 | 0,201 |
| Амортизація электр. устр. | | | — | — | — | 0,052 |
| Амортизація линіи передачи | 0,019 | — | — | — | — | 0,049 |
| Процентъ на капиталъ | 0,393 | 0,165 | 0,223 | 0,267 | 0,226 | 0,438 |
| А всего | 0,560 | 0,341 | 0,532 | 0,668 | 0,418 | 0,740 |
| Полная себѣ-стоимость | 0,730 | 1,368 | 1,240 | 1,748 | 1,350 | 1,567 |
| Болѣе по сравненію съ гидравлич. установкой | — | 87% | 69% | 139% | 84% | 113% |

# Смѣтныя исчисленія.

# ОБЩЕЕ СМѢТНОЕ ИСЧИСЛЕНІЕ

## стоимости устройства гидротехническихъ сооруженій, проектируемыхъ въ порожистой части рѣки Днѣпра.

(Одобрено Техническимъ Совѣщаніемъ при Управленіи В. В. П. и Ш. Д.).

| НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ. | СУММА. Рубли. | Примѣчанія. |
|---|---|---|
| 1. Улучшеніе судоходныхъ условій отъ Екатеринослава до Кайдакъ . | 800.000 | По особой смѣтѣ. (стр. 70—71). |
| 2. Устройство Кайдакскаго обходнаго канала со шлюзомъ . . . . | 2.420.734 | |
| 3. Устройство Лоханской плотины и судоходнаго канала при ней со шлюзомъ . . . . . . . . . . . | 3.911.735 | |
| 4. Устройство Ненасытецкой плотины и судоходнаго канала при ней со шлюзомъ . . . . . . . . . . . | 3.990.814 | |
| 5. Устройство Федоровской плотины и судоходнаго канала при ней со шлюзомъ . . . . . . . . . . . | 4.395.605 | |
| 6. Устройство Вильной плотины и судоходнаго канала при ней со шлюзомъ . . . . . . . . . . . . | 3.569.048 | |
| 7—8. Улучшеніе судоходныхъ условій на участкѣ отъ Вильнаго порога до г. Александровска. . . | 3.594.146 | |
| 9. Дополнительный камень для Ненасытецкой и Вильной плотинъ . | 904.043 | По особому подсчету. |

| НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЪ. | СУММА. Рубли. | Примѣчанія. |
|---|---|---|
| 10. Увеличеніе стоимости Лоханскаго и Вильнаго сооруженій . . . . . | 40.000 | По особому подсчету. |
| 11. Устройство перемычекъ для постройки плотинъ . . . . . . . | 2.100.000 | По особой смѣтѣ. (стр. 57—58). |
| 12—13. Плавучія огражденія плотинъ и временныя загражденія щитовъ . . . . . . . . . . . | 390.000 | „ „ „ |
| 14. Приспособленія для работъ и непредвидѣнные расходы 9% отъ суммы по пп. 1—13. . . . . . . | 2.350.991 | |
| Итого . . | 28.473.116 | кругло 28500000 р. |
| 15. Вознагражденіе техническаго и контрольнаго надзора 4% отъ суммы по пп. 1—14 . . . . . . . | 1.138.924 | |
| 16. Отчужденіе земель . . . . . . | 1.681.077 | |
| А всего . . . . | 31.293.547 | |
| или кругло . . . | 31.300.000 | |

Исчисленіе стоимости судоходныхъ кана

| Наименованіе работъ. | Цѣна за единицу. Рубли. | К. | Кайдакскій. Количество. | На сумму. Рубли. | К. | Лохан Количество. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **I. Судоходные каналы.** | | | | | | |
| 1. Выемка скалистаго грунта, куб. саж. | 17 | — | 7.011,87 | 119.201 | 79 | 53.915,82 |
| 2. Устройство перемычки, пог. саж. . | 125 | — | 750 | 93.750 | — | 100 |
| 3. Выемка мягкаго грунта, куб. саж. | 4 | 11 | — | — | — | 25.006,78 |
| 4. Земляная насыпь береговыхъ дамбъ, куб. саж. . . . . . . . . . . . | 7 | 97 | — | — | — | 558,34 |
| 5. Каменная наброска рѣчныхъ дамбъ | 10 | 71 | — | — | — | 10.442,92 |
| 6. Мощеніе бермъ и откосовъ земляныхъ дамбъ . . . . . . кв. саж. | 5 | 51 | — | — | — | 1.347,51 |
| | | | | 212.951 | 79 | |
| **II. Шлюзы** . . . . . . . . . . . | — | — | — | 1.304.720 | 94 | — |
| **III. Глухія водосливныя плотины.** | | | | | | |
| 1. Каменная на цементномъ растворѣ кладка, куб. саж. . . . . . . . . | 89 | 35 | — | — | — | 9.243,08 |
| 2. Облицовка тесанымъ камнемъ гребня плотины пог. саж. . . . . . . . . | 416 | 86 | — | — | — | 750 |
| 3. Подноска матеріаловъ для кладки на высотѣ болѣе 1,00 с., рабочихъ | — | 90 | — | — | — | 12.000 |
| 4. Каменная наброска, куб. саж. . . . | 10 | 71 | — | — | — | 4.297,5 |

ловъ, шлюзовъ, глухихъ плотинъ и дамбъ.

| скій. | | Ненасытецкій. | | | Федоровскій. | | | Вильный. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| Рубли. | К. | | Рубли. | К. | | Рубли. | К. | | Рубли. | К. |
| 916.568 | 94 | 13.179,56 | 224.052 | 52 | 46.606,59 | 792.312 | 03 | 1.800,00 | 30.600 | — |
| 12.500 | — | 400 | 50.000 | — | 200 | 25.000 | — | 150,00 | 18.750 | — |
| 102.777 | 87 | 4.326,21 | 17.780 | 72 | 17.958,32 | 73.808 | 70 | 16.391,55 | 67.369 | 27 |
| 4.449 | 97 | 125,37 | 999 | 20 | 1.202,65 | 9.585 | 12 | 18.931,80 | 150.887 | 45 |
| 111.843 | 67 | 25.659,45 | 274.812 | 71 | 29.445,45 | 315.360 | 79 | — | — | — |
| 7.424 | 78 | 530,78 | 2.924 | 60 | 2.549,60 | 14.047 | 19 | 13.703,13 | 75.504 | 25 |
| 1.155.565 | 23 | | 570.569 | 75 | | 1.230.113 | 83 | | 343.110 | 97 |
| 1.407.410 | 54 | — | 1.709.692 | 26 | — | 1.717.143 | 38 | — | 1.788.202 | 04 |
| 825.869 | 20 | 15.063,67 | 1.345.938 | 91 | 12.523,87 | 1.119.007 | 78 | 9.436,78 | 843.176 | 29 |
| 312.645 | — | 495 | 206.345 | 70 | 320 | 133.395 | 20 | 320 | 133.395 | 20 |
| 10.800 | — | 18.000 | 16.200 | — | 18.000 | 16.200 | — | 14.000 | 12.600 | — |
| 46.026 | 23 | 2.937,38 | 31.459 | 34 | 1.994,93 | 21.365 | 70 | 2.031,60 | 21.758 | 44 |

| Наименованіе работъ. | Цѣна за единицу. | | Кайдакскій. | | | Лохан |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Рубли. | К. | Количество. | На сумму. Рубли. | К. | Количество. |
| 5. Выемка скалистаго грунта, куб. с. . | 17 | — | — | — | — | 8.042,03 |
| 6. Выемка мягкаго грунта, куб. саж. . | 4 | 11 | — | — | — | 4.064,33 |
| 7. Мощеніе откосовъ на цементномъ растворѣ, кв. саж. . . . . . . . | 26 | 51 | — | — | — | — |
| **IV. Оградительныя дамбы.** | | | | | | |
| Непроницаемыя дамбы. | | | | | | |
| 1. Каменной кладки на цементномъ растворѣ, куб. саж. . . . . . . . | 106 | 35 | 5.903,59 | 627.846 | 80 | — |
| 2. Каменной наброски, куб. саж. . . | 10 | 71 | 10.780,14 | 115.455 | 30 | — |
| 3. Выемки скалистаго грунта, куб. саж. | 17 | — | 2.021,11 | 34.358 | 87 | — |
| 4. Выемки мягкаго грунта, куб. саж. | 4 | 11 | 773,54 | 3.179 | 25 | — |
| 5. Подноска матеріаловъ для кладки на высотѣ болѣе 1,00 саж., рабочихъ . . . . . . . . . . . . . . | — | 90 | — | — | — | — |
| | | | | 780.840 | 22 | |
| Проницаемыя дамбы: | | | | | | |
| 1. Каменной наброски, куб. саж. . . | 27 | 71 | 4.412,89 | 122.281 | 18 | — |
| Итого . . . | — | — | — | 2.420.794 | 13 | — |

[1]) Для Федоровской и Вильной дамбъ цѣна за единицу каменной кладки 88 р. единицу 10 р. 71 коп.

| скій. | | Ненасытецкій. | | | Федоровскій. | | | Вильный. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| Рубли. | К. | | Рубли. | К. | | Рубли. | К. | | Рубли. | К. |
| 136.714 | 51 | 6.354,12 | 108.020 | 04 | 4.495,88 | 76.429 | 96 | 5.069,81 | 86.186 | 77 |
| 16.704 | 40 | 629,76 | 2.588 | 31 | 1.260,63 | 5.181 | 19 | — | — | — |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 1.061,10 | 28.129 | 76 |
| 1.348.759 | 34 | | 1.710.552 | 30 | | 1.371.579 | 83 | | 1.125.246 | 46 |
| — | — | — | — | — | 646,02 | 57.095 | [1] 25 | 2.114,32 | 186.863 [1] | 60 |
| — | — | — | — | — | 1.086,59 | 11.637 | 38 | 3.360,32 | 35.989 | 03 |
| — | — | — | — | — | 242,28 | 4.118 | 76 | 76.861,74 | 14.649 | 58 |
| — | — | — | — | — | 733,98 | 3.016 | 66 | 1.202,26 | 4.941 | 29 |
| — | — | — | — | — | 1.000 | 900 | — | 5.000 | 4.500 | — |
| | | | | | | 76.768 | 05 | | 246.943 | 50 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | 6.120 | 65.545 [2] | 20 |
| 3.911.735 | 11 | — | 3.990.814 | 31 | — | 4.395.605 | 09 | — | 3.569.048 | 17 |

38 к. (при даровомъ камнѣ изъ выемки). [2]) Для Вильной проницаемой дамбы цѣна за

Исчисленіе стоимости

| Наименованіе работы. | Цѣна за единицу. Рубли. | Коп. | Кайдак Количество. |
|---|---|---|---|
| Выемка скалистаго грунта . . . . . . . . куб. саж. | 17 | — | 2.098,2 |
| Выемка обыкновеннаго грунта . . . . . . „ „ | 4 | 11 | — |
| Бутовая кладка стѣнъ . . . . . . . . . „ „ | 88 | 38 | 5.070 |
| Подноска матеріаловъ . . . . . . . . . . рабочихъ | — | 90 | 10.500 |
| Сухая кладка . . . . . . . . . . . . . куб. саж. | 16 | 67 | 1.050 |
| Подноска матеріаловъ . . . . . . . . . . рабочихъ | — | 90 | 1.600 |
| Бетонная кладка подъ основаніе головъ . куб. саж. | 114 | 99 | 230 |
| Околка камня и расшивка швовъ наружной стороны стѣнъ . . . . . . . . . . . . . кв. саж. | 8 | 50 | 1.490 |
| Облицовка стѣнъ галлерей камнемъ получистой тески, кв. саж. | 62 | 10 | 1.600 |
| Устройство королей . . . . . . . . . . . . шт. | 1.693 | — | 4 |
| Вырубка гнѣздъ для пятниковъ въ королевыхъ частяхъ . . . . . . . . . . . . . . шт. | 9 | 84 | 8 |
| Устройство пороговъ для батопортовъ . . . . „ | 1.321 | — | 6 |
| Выстилка половъ въ головныхъ частяхъ камнемъ: | | | |
| толщ. 0,15 саж. . . . . . . . . . . кв. саж. | 52 | 90 | 140 |
| толщ. 0,30 саж. . . . . . . . . . . „ | 71 | 92 | 125 |

*) Въ стоимость работъ включена цѣна выломки камня 17 р. за куб. саж., въ виду

постройки шлюзовъ.

| скій шлюзъ. | | Лоханскій шлюзъ. | | | Ненасытецкій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. |
| 35.669 | 57 | 14.186,2 | 241.165 | 40 | 13.197,8 | 224.362 | 60 |
| — | — | 5.628,3 | 23.132 | 35 | 1.601,5 | 6.582 | 17 |
| *) 600.666 | — | 5.600 | 494.928 | — | 7.870 | 695.550 | 60 |
| 9.450 | — | 10.300 | 9.270 | — | 24.000 | 21.600 | — |
| *) 35.112 | — | 1.000 | 16.670 | — | 1.480 | 24.671 | 60 |
| 1.440 | — | 1.550 | 1.395 | — | 2.220 | 1.988 | — |
| 26.447 | 70 | 225 | 25.872 | 75 | 345 | 39.671 | 55 |
| 12.665 | 70 | 1.400 | 11.900 | — | 2.468 | 20.978 | — |
| 99.360 | — | 1.600 | 99.360 | — | 1.775 | 110.227 | 50 |
| 6.772 | — | 4 | 6.772 | — | 4 | 6.772 | — |
| 78 | 72 | 8 | 78 | 72 | 8 | 78 | 72 |
| 7.926 | — | 6 | 7.926 | — | 6 | 7.926 | — |
| 7.406 | — | 140 | 7.406 | — | 140 | 7.406 | — |
| 8.990 | — | 125 | 8.990 | — | 125 | 8.990 | — |

того, что полученнаго при расчисткахъ канала камня оказалось недостаточно.

| Наименованіе работы. | Цѣна за единицу. Рубли. | Коп. | Кайдак Количество. |
| --- | --- | --- | --- |
| Облицовка стѣнъ колодца надъ щитомъ тесанымъ камнемъ . . . . . . . . . . . . . кв. саж. | 288 | 66 | 58 |
| Устройство сводовъ галлерей, пролет. 1,25 саж. п. с. | 659 | 90 | 323 |
| пролет. 1,50 саж. „ „ | 814 | 39 | — |
| Облицовка угловъ стесанныхъ по кривымъ поверхностямъ . . . . . . . . . . . . . пог. саж. | 60 | 05 | 65 |
| Облицовка угловъ двойныхъ въ шкафныхъ частяхъ, пог. саж. | 130 | 56 | 94 |
| Облицовка угловъ у вереяльныхъ столбовъ . „ | 157 | 24 | 36 |
| Кладка кордона по верху стѣнъ . . . . . . „ | 98 | 75 | 400 |
| Земляная засыпка . . . . . . . . . . . куб. саж. | 4 | 11 | 200 |
| Замощеніе земляной засыпки . . . . . . . кв. саж. | 5 | 51 | 100 |
| Установка шлюзныхъ воротъ . . . . . . . пудовъ | 4 | — | 9.500 |
| Установка затворовъ галлерей . . . . . . „ | 4 | — | 750 |
| Установка трубъ въ камерахъ . . . . . . . „ | 2 | 50 | 12.240 |
| Положеніе отбойныхъ брусьевъ для 5 саж. . шт. | — | — | 36 |
| Механическое оборудованіе шлюзовъ . . . . . . . | — | — | — |
| Постройка казармы при шлюзѣ . . . . . . . . . | — | — | — |

| скій шлюзъ. | | Лоханскій шлюзъ. | | | Ненасытецкій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. |
| 16.742 | — | 58 | 16.742 | — | 30 | 8.659 | 80 |
| 213.147 | 70 | 323 | 213.147 | 70 | — | — | — |
| — | — | — | — | — | 323 | 263.047 | 97 |
| 3.903 | 25 | 62 | 3.723 | 10 | 112 | 6.725 | 60 |
| 12.272 | 64 | 90 | 11.750 | 40 | 121 | 15.797 | 76 |
| 5.660 | 64 | 35 | 5.503 | 40 | 45 | 7.075 | 80 |
| 39.500 | — | 400 | 39.500 | — | 400 | 39.500 | — |
| 822 | — | 600 | 2.466 | — | 380 | 1.561 | 80 |
| 551 | — | 300 | 1.653 | — | 285 | 1.570 | 35 |
| 38.000 | — | 9.000 | 36.000 | — | 15.500 | 62.000 | — |
| 3.000 | — | 730 | 2.920 | — | 1.950 | 7800 | — |
| 30.600 | — | 12.240 | 30.600 | — | 12.240 | 30.600 | — |
| 538 | 44 | 36 | 538 | 44 | 36 | 538 | 44 |
| 70.000 | — | — | 70.000 | — | — | 70.000 | — |
| 18.000 | — | — | 18.000 | — | — | 18.000 | — |
| 1.304.720 | 94 | | 1.407.410 | 54 | | 1709692 | 26 |

| Наименованіе работы. | Федоровскій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|
| | Количество. | На сумму. | |
| | | Рубли. | Коп. |
| Выемка скалистаго грунта . . . . . . . куб. саж. | 6.770,4 | 115.096 | 80 |
| Выемка обыкновеннаго грунта . . . . . „ „ | 2.030,3 | 8.344 | 53 |
| Бутовая кладка стѣнъ . . . . . . . . . . „ „ | 9.000 | 775.420 | — |
| Подноска матеріаловъ . . . . . . . . . . рабочихъ | 30.000 | 27.000 | — |
| Сухая кладка . . . . . . . . . . . . . куб. саж. | 1.550 | 25.838 | 50 |
| Подноска матеріаловъ . . . . . . . . рабочихъ | 2.400 | 2.160 | — |
| Бетонная кладка подъ основаніе головъ . куб. саж. | 382 | 43.926 | 18 |
| Околка камня и расшивка швовъ наружной стороны стѣнъ . . . . . . . . . . . . . . кв. саж. | 2.815 | 23.927 | 50 |
| Облицовка стѣнъ галлерей камнемъ получистой тески, кв. саж. | 1.780 | 110.538 | — |
| Устройство королей . . . . . . . . . . . . . . шт. | 4 | 6.772 | — |
| Вырубка гнѣздъ для пятниковъ въ королевыхъ частяхъ . . . . . . . . . . . . . . шт. | 8 | 78 | 72 |
| Устройство пороговъ для батопортовъ . . . . . „ | 6 | 7.926 | — |
| Выстилка половъ въ головныхъ частяхъ камнемъ: | | | |
| толщ. 0,15 саж. . . . . . . . . . . кв. саж. | 140 | 7.406 | — |
| толщ. 0,30 саж. . . . . . . . . . „ | 125 | 8.990 | — |

| Вильный шлюзъ. | | | Кичкасскій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. |
| 6.000 | 102.000 | — | 9.821.14 | 166.959 | 38 |
| 9.500 | 39.045 | — | 3.043,84 | 12.530 | 18 |
| 9.300 | 821.934 | — | 5.500 | 486.090 | — |
| 30.000 | 27.000 | — | 10.000 | 9.000 | — |
| 1.590 | 26.505 | 30 | 1.000 | 16.670 | — |
| 2.450 | 2.205 | — | 1.500 | 1.350 | — |
| 382 | 43.926 | 18 | 220 | 25.297 | 80 |
| 2.800 | 23.800 | — | 1.357 | 11.534 | 50 |
| 1.800 | 111.780 | — | 1.600 | 99.360 | — |
| 4 | 6.772 | — | 4 | 6.772 | — |
| 8 | 78 | 72 | 8 | 78 | 72 |
| 6 | 7.926 | — | 6 | 7.926 | — |
| 140 | 7.406 | — | 140 | 7.406 | — |
| 125 | 8.990 | — | 125 | 8.990 | — |

| Наименованіе работы. | Федоровскій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|
| | Количество. | На сумму. | |
| | | Рубли. | Коп. |
| Облицовка стѣнъ колодца надъ щитомъ тесанымъ камнемъ . . . . . . . . . . . . . кв. саж. | 58 | 16.742 | 28 |
| Устройство сводовъ галлерей, пролет. 1,25 саж. п. с. | — | — | — |
| пролет. 1,50 саж. „ „ | 323 | 263.047 | 97 |
| Облицовка угловъ стесанныхъ по кривымъ поверхностямъ . . . . . . . . . . . . . . пог. саж. | 92 | 5.524 | 60 |
| Облицовка угловъ двойныхъ въ шкафныхъ частяхъ, пог. саж. | 137 | 17.886 | 72 |
| Облицовка угловъ у вереяльныхъ столбовъ . „ | 51 | 8.019 | 24 |
| Кладка кордона по верху стѣнъ . . . . . „ | 410 | 40.487 | 50 |
| Земляная засыпка . . . . . . . . . . куб. саж. | 540 | 2.219 | 40 |
| Замощеніе земляной засыпки . . . . . . . . кв. саж. | 300 | 1.653 | — |
| Установка шлюзныхъ воротъ . . . . . пудовъ | 17.700 | 70.800 | — |
| Установка затворовъ галлерей . . . . . . . „ | 2.050 | 8.200 | — |
| Установка трубъ въ камерахъ . . . . . . . „ | 12.240 | 30.600 | — |
| Положеніе отбойныхъ брусьевъ дл. 5 саж. . . . шт. | 36 | 538 | 44 |
| Механическое оборудованіе шлюзовъ . . . . . . . . | — | 70.000 | — |
| Постройка казармы при шлюзѣ . . . . . . . . . . . | — | 18.000 | — |
| | | 1.717.143 | 38 |

| Вильный шлюзъ. | | | Кичкасскій шлюзъ. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. |
| 58 | 16.742 | 28 | 58 | 16.742 | 28 |
| — | — | — | — | — | — |
| 323 | 263.047 | 97 | 323 | 213.147 | 70 |
| 92 | 5.524 | 60 | 60 | 3.603 | — |
| 137 | 17.886 | 72 | 86 | 11.228 | 16 |
| 51 | 8.019 | 24 | 33 | 5.188 | 92 |
| 405,3 | 40.023 | 38 | 400 | 39.500 | — |
| 1.400 | 5.754 | — | 600 | 2.466 | — |
| 671 | 3.697 | 21 | 300 | 1.653 | — |
| 17.700 | 70.800 | — | 8.800 | 35.200 | — |
| 2.050 | 8.200 | — | 700 | 2.800 | — |
| 12.240 | 30.600 | — | 12.240 | 30.600 | — |
| 36 | 538 | 44 | 36 | 538 | 44 |
| — | 70.000 | — | — | 70.000 | — |
| — | 18.000 | — | — | 18.000 | — |
| | 1.788.202 | 04 | | 1.310.632 | 08 |

# ИСЧИСЛЕНІЕ

стоимости работъ по улучшенію судоходныхъ условій на участкѣ отъ Вильнаго порога до г. Александровска.

| НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЫ. | Количество. | По цѣнѣ. | | На сумму. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Рубли. | К. | Рубли. | К. |
| Перемычка ниже Маркусова острова № 1 . . . . . . . . кв. саж. | 4.312 | 28 | — | 120.736 | — |
| Перемычка у Екатерининскихъ столбовъ: | | | | | |
| перемычка № 2 . . . . кв. саж. | 360 | 28 | — | 10.080 | — |
| " № 3 . . . . " " | 1.250 | 28 | — | 35.000 | — |
| Перемычка у острова Хортица: | | | | | |
| перемычка № 4 . . . . кв. саж. | 1.262,5 | 28 | — | 35.350 | — |
| " № 5 . . . . " " | 400 | 28 | — | 11.200 | — |
| Запруды у Пурисовыхъ острововъ: | | | | | |
| запруда № 1 . . . . . куб. саж. | 532,6 | 20 | — | 10.650 | — |
| " № 2 . . . . . . " " | 81 | 20 | — | 1.620 | — |
| Запруда у Маркусова острова № 3 . | 795,4 | 20 | — | 15.908 | — |
| Итого . . . | . . . | . . | . . | 240.546 | — |

| НАИМЕНОВАНІЕ РАБОТЫ. | Количество. | По цѣнѣ. | | На сумму. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Рубли. | К. | Рубли. | К. |
| **Кичкасскій обходный каналъ.** | | | | | |
| Выемка мягкаго грунта . . куб. саж. | 21.121,00 | 4 | 11 | 86.807 | 31 |
| „ скалистаго грунта . „ „ | 72.240,51 | 17 | — | 1.228.088 | 67 |
| Дамбъ изъ насыпного грунта, „ „ | 4.698,9 | 7 | 97 | 37.450 | 49 |
| Мощенія откосовъ и бермъ дамбы, кв. саж. | 72.441,0 | 5 | 51 | 399.149 | 91 |
| Итого . . . | . . . | . . . . | .. | 1.751.496 | 48 |
| **Устройство глухой плотины у Кичкасскаго шлюза.** | | | | | |
| Выемки мягкаго грунта . куб. саж. | 89,27 | 4 | 11 | 366 | 90 |
| „ скалистаго грунта „ „ | 63,98 | 17 | — | 1.087 | 66 |
| Каменной кладки на цементномъ растворѣ . . . . . . куб. саж. | 104,22 | 88 | 38 | 9.210 | 96 |
| Каменной наброски . . . . „ „ | 75,24 | 10 | 71 | 805 | 82 |
| Итого . . . | . . . . | . . . . | .. | 11.471 | 34 |
| Віадукъ на Кичкасскомъ каналѣ . . | . . . . | . . . . | .. | 280.000 | — |
| Шлюзъ на Кичкасскомъ каналѣ . . | . . . . | . . . . | .. | 1.310.632 | 08 |
| А ВСЕГО. . . | . . . . | . . . | .. | 3.594.145 | 90 |

**Примѣчанія:**

Стоимость перемычекъ № 1 и № 2 принята установленная многолѣтней практикой скалоуглубительныхъ работъ на среднемъ Днѣпрѣ—въ 28 руб. за кв. саж.

Запруда № 1 имѣетъ длину 78 саж. при средней глубинѣ 1,0 саж. Объемъ наброски при возвышеніи гребня запруды на 0,75 саж. ширинѣ гребня въ 1,15 саж. и откосахъ—верховомъ одиночномъ и низовомъ полуторномъ равенъ

$$\frac{1{,}00 + 4{,}75}{2} \times 1{,}90 \times 78 = 426 \text{ куб. саж.}$$

Прибавляя 25% на подмывъ

$$1{,}25 \times 426 = 532{,}6 \text{ куб. саж.}$$

Запруда № 2 имѣетъ длину 27 саж. при средней глубинѣ 0,45 саж. и тѣхъ же поперечныхъ размѣровъ, что и запруда № 1.

Объемъ наброски для нея равенъ

$$\frac{1{,}00 + 3{,}00}{2} \times 1{,}20 \times 27 = 64{,}8 \text{ куб. саж.}$$

Прибавляя 25% на подмывъ,

$$1{,}25 \times 64{,}8 = 81 \text{ куб. саж.}$$

Запруда № 3 имѣетъ длину 202 саж. при средней глубинѣ 0,65 саж. и тѣхъ же поперечныхъ размѣровъ, что и запруда № 1.

Объемъ наброски для нея равенъ:

$$\frac{1{,}00 + 3{,}50}{2} \times 1{,}40 \times 202 = 636{,}3 \text{ куб. саж.}$$

Прибавляя 25% на подмывъ

$$1{,}25 \times 636{,}3 = 795{,}4 \text{ куб. саж.}$$

Стоимость віадука опредѣлена слѣдующимъ способомъ.

По Rolle полная стоимость желѣзнодорожнаго віадука подъ

одинъ путь на желѣзныхъ опорахъ съ каменнымъ фундаментомъ равна, во франкахъ на пог. метръ:

$$1350 + H\left(34 + \frac{H}{4}\right)$$

гдѣ $H$—высота віадука отъ земли до рельса.

При $H = 12{,}92$ саж. или 27 метр. эта формула даетъ стоимость пог. метра віадука въ 2.450 франковъ. Длина проектируемаго віадука 71,25 саж. или 153,08 метр. и стоимость его опредѣлится, увеличивая на 25% примѣнительно къ русскимъ цѣнамъ и переводя франки на рубли въ

$$1{,}25 \times 2450 \times 153{,}08 \times 0{,}375 = 175.802 \text{ руб.}$$

Кромѣ постройки самаго віадука необходимо принять во вниманіе еще крупныя земляныя работы по разборкѣ насыпи. Площадь послѣдней подъ каналомъ 370,2 кв. саж. Объемъ выемки при разстояніи между оставляемыми частями желѣзнодорожной дамбы—поверху въ 73,25 саж. и понизу въ 47,75 саж. равенъ.

$$370{,}2 \times \frac{47{,}75 + 73{,}25}{2} = 22.397 \text{ куб. саж.}$$

При цѣнѣ выемки въ 4 р. 11 к. стоимость земляныхъ работъ опредѣляется въ 92.052 руб. и полная стоимость віадука въ 175.802 + 92.052 = 267.854 руб. съ округленіемъ на работы по планировкамъ, одерновкамъ и проч. до 280.000 рублей.

# ОБЩЕЕ СМѢТНОЕ ИСЧИСЛЕНІЕ

стоимости устройства и оборудованія гидроэлектрическихъ станцій и линіи передачи энергіи, одобренное Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія в. в. п. и ш. д.

1. Устройство гидроэлектрическихъ станцій:

| | | |
|---|---|---|
| Лоханской | 4.657.949 | руб. |
| Ненасытецкой | 5.137.898 | » |
| Федоровской | 6.266.027 | » |
| Вильной | 6.856.010 | » |
| Итого | 22.917.884 | руб. |

2. Устройство трансформаторныхъ подстанцій:

| | | |
|---|---|---|
| Раздѣльная будка | 61.810 | руб. |
| Подстанція Екатеринославская | 684.500 | » |
| » Нижне-Днѣпровская | 624.180 | » |
| » Запорожская | 624.180 | » |
| Итого | 1.994.670 | руб. |

3. Линія передачи:

| | | |
|---|---|---|
| Отчужденіе земель подъ линію и подстанціи | 107.450 | руб. |
| Мачты и консоли | 3.445.113 | » |
| Изоляторы подвѣсные | 177.680 | » |
| Кабели мѣдные, 90 кв. мм. и 120 кв. мм. | 1.626.600 | » |
| Стальной канатъ | 1.423 | » |

| | | |
|---|---|---|
| Подвѣска проводовъ (10% отъ ихъ стоимости) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 162.802 | руб. |
| Итого . . . | 5.521.068 | руб. |
| Всего . . . . . . | 30.433.622 | руб. |
| Непредвидѣнные расходы (6%) . . . . . | 1.826.017 | руб. |
| Техническій и контрольный надзоръ (4%) . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1.217.345 | » |
| | 33.476.984 | руб. |
| или, кругло, . . . . . . . | 33.500.000 | руб. |

Исчисленіе стоимости работъ по устройству

| Наименованіе работъ. | Цѣна за единицу. Рубли. | Коп. | У Лоханской плотины. Количество. | На сумму. Рубли. | Коп. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. Подводящіе каналы и напорные бассейны. | | | | | |
| 1. Выемка скалистаго грунта, куб. саж. . | 17 | — | 43.641,98 | 741.913 | 66 |
| 2. Выемка мягкаго грунта, куб. саж. . . | 4 | 11 | 39.849,14 | 163.779 | 97 |
| 3. Мощеніе земляныхъ откосовъ, кв. саж. | 5 | 51 | 3.803,41 | 20.956 | 79 |
| 4. Устройство перемычекъ, пог. саж. . . | 125 | — | 170 | 21.250 | — |
| | | | | 947.900 | 42 |
| II. Устройство дамбъ. | | | | | |
| 1. Каменная на цементномъ растворѣ кладка, куб. саж. . . . . . . . . . | 88 | 38 | 368,68 | 32.583 | 94 |
| 2. Каменная наброска, куб. саж. . . . . | 10 | 71 | 148,98 | 1.595 | 58 |
| 3. Оградительная рѣшетка . . . . . | 3 | 15 | 3.240 | 10.206 | — |
| 4. Земляной выемки, куб. саж. . . . . | 4 | 11 | — | — | — |
| 5. Скалистой выемки, куб. саж. . . . . | 17 | — | — | — | — |
| | | | | 44.385 | 52 |
| III. Зданія станцій . . . . . . . . . . . . . | — | — | — | 758.763 | 50 |
| IV. Механическія оборудованія станцій . . | — | — | — | 1.184.150 | — |
| V. Электрическія оборудованія . . . . . | — | — | — | 1.661.000 | — |
| VI. Жилые дома . . . . . . . . . . . . . | — | — | — | 41.750 | — |
| VII. Подъѣздные пути . . . . . . . . . . | — | — | — | 20.000 | — |
| Итого . . . | — | — | — | 4.657.949 | 44 |

и оборудованію гидроэлектрическихъ станцій.

| У Ненасытецкой плотины. | | | У Федоровской плотины. | | | У Вильной плотины. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | | Количество. | На сумму. | |
| | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. | | Рубли. | Коп. |
| 33.186,03 | 564.162 | 51 | 49.588,22 | 842.999 | 74 | 14.069,60 | 239.183 | 20 |
| 392.73,15 | 161.412 | 69 | 26.619,23 | 109.405 | 04 | 9.838,10 | 40.434 | 59 |
| 539,94 | 2.975 | 07 | 1.957,69 | 10.786 | 87 | 695,34 | 3.831 | 32 |
| 150 | 18.750 | — | 180 | 22.500 | — | 225 | 28.125 | — |
| | 747.300 | 27 | | 985.691 | 65 | | 311.574 | 11 |
| 424,39 | 37.507 | 59 | 1.211,14 | 107.040 | 77 | 2.182,73 | 192.909 | 67 |
| 177,63 | 1.902 | 42 | 393,74 | 4.216 | 96 | 6.823,31 | 73.077 | 65 |
| 3.600 | 11.340 | — | 3.240 | 10206 | — | 3.825 | 12.048 | 75 |
| — | — | — | 166,29 | 683 | 45 | 1.155,81 | 4.750 | 38 |
| — | — | — | 259,49 | 4.411 | 33 | 477,94 | 8.124 | 98 |
| | 50.750 | 01 | | 126.558 | 51 | | 289 911 | 43 |
| — | 749.797 | — | — | 862.327 | — | — | 1.115.224 | 70 |
| — | 1.204.700 | — | — | 1.685.400 | — | — | 2.440.000 | — |
| — | 2.322.100 | — | — | 2.544.300 | — | — | 2.591.050 | — |
| — | 41.750 | — | — | 41.750 | — | — | 41.750 | — |
| — | 21.500 | — | — | 20.000 | — | — | 66.500 | — |
| — | 5.137.897 | 28 | — | 6.266.027 | 16 | — | 6.856.010 | 24 |

# Таблица уклоновъ и скоростей при подпертомъ горизонтѣ +2,00 с. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста.

| Бьефъ Вильной плотины. | | | | | Бьефъ Ненасытецкой плотины. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| №№ участковъ. | Длина участка. | Уклонъ. | Площадь жив. сѣч. | Скорость. | №№ участковъ. | Длина участка. | Уклонъ. | Площадь жив. сѣч. | Скорость. |
| I | 560 | 0,000066 | 1946,0 | 0,513 | I | 175 | 0,000000 | 3079 | 0,325 |
| II | 1935 | 0,000028 | 2561 | 0,390 | II | 440 | 0,000000 | 2549,73 | 0,392 |
| III | 315 | 0,000025 | 1950 | 0,513 | III | 960 | 0,000031 | 2410,13 | 0,415 |
| IV | 2750 | 0,000055 | 1989,8 | 0,503 | IV | 950 | 0,000031 | 2735,87 | 0,366 |
| V | 680 | 0,000085 | 1560,53 | 0,641 | V | 925 | 0,000071 | 2062,66 | 0,485 |
| VI | 570 | 0,000094 | 1686,83 | 0,592 | VI | 325 | 0,000156 | 1504,22 | 0,665 |
| VII | 200 | 0,000325 | 1039,73 | 0,962 | VII | 250 | 0,000508 | 1143,59 | 0,874 |
| VIII | 685 | 0,000188 | 1368,77 | 0,730 | VIII | 1330 | 0,000265 | 1505,68 | 0,664 |
| IX | 1025 | 0,000171 | 1168,08 | 0,856 | | | | | |
| X | 150 | 0,000286 | 1051,97 | 0,951 | | | | | |
| XI | 1190 | 0,000263 | 1232,20 | 0,812 | | | | | |
| Бьефъ Федоровской плотины. | | | | | Бьефъ Лоханской плотины. | | | | |
| I | 830 | 0,000018 | 2196,84 | 0,455 | VIIIa | 120 | 0,000075 | 2071,53 | 0,483 |
| II | 250 | 0,000000 | 1762,72 | 0,567 | IX | 760 | 0,000067 | 2101,02 | 0,476 |
| III | 1420 | 0,000015 | 1793,47 | 0,558 | I | 125 | 0,000000 | 1532,17 | 0,653 |
| IV | 175 | 0,000006 | 1390,07 | 0,719 | II | 205 | 0,000268 | 1548,71 | 0,646 |
| V | 225 | 0,000000 | 1560,65 | 0,638 | III | 410 | 0,000392 | 1504,19 | 0,665 |
| VI | 985 | 0,000029 | 1975,72 | 0,506 | IV | 100 | 0,000410 | 1725,01 | 0,580 |
| VII | 580 | 0,000163 | 1594,54 | 0,627 | V | 1325 | 0,000144 | 1789,99 | 0,559 |
| VIII. | 785 | 0,000053 | 1705,88 | 0,586 | VI | 1565 | 0,000173 | 1561,55 | 0,640 |
| IX | 1700 | 0,000045 | 2220,70 | 0,450 | | | | | |
| X | 1100 | 0,000090 | 1822,08 | 0,549 | | | | | |
| XI | 925 | 0,000111 | 1984,54 | 0,504 | | | | | |

Таблица расчета гидравлическихъ элементовъ плотинъ при гори

| Наименованіе плотинъ. | Длина водо-слива. | Средняя высота плотины. | Отмѣтка гребня плотины. | Расходъ воды въ куб. м./сек. | Площадь живого сѣченія непосредственно выше плотины $F_1$ въ м.$^2$ | Скорость подходящей воды $c=\frac{Q}{F_1}$ въ м./сек. | $S_0=\frac{c^2}{2g}$ | $H_1$ | $H_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вильная . . . . . | 320 сж.<br>—<br>682,74 м. | —<br>—<br>— | —<br>17,000<br>— | —<br>19426<br>— | —<br>11790,36<br>— | —<br>1,647<br>— | —<br>0,1383<br>— | 1,73 сж.<br>—<br>3,69 м. | 0,73 сж.<br>—<br>1,557 м. |
| Федоровская . . . | 320 сж.<br>—<br>682,74 м. | —<br>—<br>— | —<br>21,350<br>— | —<br>19449<br>— | —<br>12404,42<br>— | —<br>1,566<br>— | —<br>0,1249<br>— | 2,31 сж.<br>—<br>4,928 м. | —<br>—<br>— |
| Ненасытецкая . . | 495 сж.<br>—<br>1056,08 м. | —<br>—<br>— | —<br>25,600<br>— | —<br>19456<br>— | —<br>15327,44<br>— | —<br>1,267<br>— | —<br>0,0818<br>— | 1,73 сж.<br>—<br>3,69 м. | —<br>—<br>— |
| Лоханская . . . . | 750 сж.<br>—<br>1600,18 м. | —<br>—<br>— | —<br>27,000<br>— | —<br>19500<br>— | —<br>12922,37<br>— | —<br>1,503<br>— | —<br>0,1151<br>— | 0,53 сж.<br>—<br>1,1038 м. | 1,32 сж.<br>—<br>2,8163 м. |

Таблица расчета гидравлическихъ элементовъ плотинъ при гори

| Наименованіе плотинъ. | Длина водо-слива. | Средняя высота плотины. | Отмѣтка гребня плотины. | Расходъ воды въ куб. м./сек. | Площадь живого сѣченія непосредственно выше плотины $F_1$ въ м.$^2$ | Скорость подходящей воды $c=\frac{Q}{F_1}$ въ м./сек. | $S_0=\frac{c^2}{2g}$ | $H_1$ | $H_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Вильная . . . . | 320 сж.<br>—<br>682,74 м. | —<br>—<br>— | —<br>17,000<br>— | —<br>9753,28<br>— | —<br>9850,86<br>— | —<br>0,985<br>— | —<br>0,049<br>— | 1,47 сж.<br>—<br>3,136 м. | —<br>—<br>— |
| Федоровская . . . | 320 сж.<br>—<br>682,74 м. | —<br>—<br>— | —<br>21,350<br>— | —<br>9804,66<br>— | —<br>11076,83<br>— | —<br>0,877<br>— | —<br>0,039<br>— | 1,48 сж.<br>—<br>3,157 м. | —<br>—<br>— |
| Ненасытецкая . . | 495 сж.<br>—<br>1056,08 м. | —<br>—<br>— | —<br>25,600<br>— | —<br>9713,08<br>— | —<br>13824<br>— | —<br>0,702<br>— | —<br>0,025<br>— | 1,10 сж.<br>—<br>2,346 м. | —<br>—<br>— |
| Лоханская . . . . | 750 сж.<br>—<br>1600,18 м. | —<br>—<br>— | —<br>27,000<br>— | —<br>9760<br>— | —<br>9782,43<br>— | —<br>0,992<br>— | —<br>0,050<br>— | 0,61 сж.<br>—<br>1,300 м. | 0,37 сж.<br>—<br>0,79 м. |

зонтѣ +2,65 с. Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста.

| Площадь живого сѣченія непосредственно ниже плотины $F_2$ въ м.[2] | Скорость отходящей воды $V=\frac{Q}{F_2}$ въ м./сек. | $\frac{V^2}{3g}$ въ метр. | $S_1=S_0+ +H_1+\frac{V^2}{3g}$ въ метр. | Отмѣтки горизонта верхняго бьефа у плотины. | Отмѣтки горизонта нижняго бьефа у плотины. | Характеръ водослива. | ПРИМѢЧАНІЯ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8436,05 | 2,303 | 0,1800 | 4,0183 | 19,460 | 17,730 | Затопленный. | Расходъ воды въ рѣкѣ при горизонтѣ 2,65 саж. по Лоцманско - Каменскому водомѣрному посту равенъ 2000 куб. сж. или 19424 куб. метр. въ секунду. |
| — | — | — | 5,0449 | 23,66 | 20,920 | Незатопленный. | |
| — | — | — | 3,7728 | 27,330 | 24,710 | Незатопленный. | |
| 10964,11 | 1,771 | 0,1065 | 1,1543 | 28,850 | 28,320 | Затопленный. | |

зонтѣ +2,00 саж. по Лоцманско-Каменскому водомѣрному посту.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | 3,185 | 18,470 | 16,90 | Незатопленный. | Расходъ воды въ рѣкѣ при горизонтѣ 2,00 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста равенъ 1000 куб. саж. или 9712 куб. метр. въ секунду. |
| — | — | — | 3,196 | 22,83 | 19,460 | Незатопленный. | |
| — | — | — | 2,371 | 26,70 | 23,060 | Незатопленный. | |
| 7569,97 | 1,282 | 0,060 | 1,410 | 27,97 | 27,357 | Затопленный. | |

Водомѣрный постъ у Лоцман

| Горизонты. | Ч | И | С | Л | О | | Д | Н | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1878. | 1879. | 1880. | 1881. | 1882. | 1883. | 1884. | 1885. | 1886. | 1887. | 1888. | 1889. | 1890. | 1891, | 1892. |
| 260—269 . . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 250—259 . . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 240—249 . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 230—239 . . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — |
| 220—229 . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 2 | — | — | — |
| 210—219 . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 4 | — | — | — |
| 200—209 . . | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 1 | — | — | — |
| 190—199 . . . | 5 | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — | 2 | 2 | — | — | — |
| 180—189 . . | 2 | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — | 1 | 2 | — | — | — |
| 170—179 . . . | 1 | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | 2 | — | — | — |
| 160—169 . . . | 2 | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | 2 | — | — | — |
| 150—159 . . . | 2 | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | 2 | 3 | — | — | — |
| 140—149 . . . | 2 | 4 | — | 6 | — | 2 | — | — | 2 | — | 2 | 2 | — | — | — |
| 130—139 . . . | 3 | 5 | — | 3 | — | 4 | — | — | 5 | — | 3 | 3 | — | — | — |
| 120—129 . . . | 2 | 7 | — | 3 | — | 3 | — | — | 5 | — | 4 | 7 | — | — | — |
| 110—119 . . . | 4 | 6 | — | 3 | — | 4 | — | — | 4 | — | 7 | 4 | — | — | — |
| 100—109 . . . | 3 | 13 | 13 | 4 | — | 9 | — | — | 4 | — | 5 | 5 | — | 20 | — |
| 90— 99 . . | 4 | 19 | 8 | 3 | — | 11 | — | — | 11 | — | 3 | 5 | 4 | 5 | — |
| 80— 89 . . . | 12 | 17 | 8 | 6 | — | 18 | — | — | 9 | — | 5 | 5 | 9 | 7 | — |
| 70— 79 . . . | 5 | 23 | 11 | 20 | — | 9 | — | — | 9 | — | 4 | 4 | 8 | 6 | 6 |
| 60— 69 . . . | 8 | 10 | 17 | 18 | — | 6 | 20 | — | 4 | 16 | 7 | 6 | 9 | 18 | 15 |
| 50— 59 . . . | 10 | 4 | 6 | 10 | 23 | 8 | 15 | 14 | 4 | 10 | 8 | 6 | 11 | 13 | 13 |
| 40— 49 . . . | 6 | 11 | 4 | 4 | 12 | 8 | 23 | 14 | 5 | 14 | 5 | 6 | 9 | 4 | 11 |
| 30— 39 . . . | 4 | 8 | 5 | 2 | 11 | 5 | 13 | 17 | 6 | 9 | 22 | 5 | 4 | 4 | 7 |
| 20— 29 . . . | 18 | 13 | 43 | 9 | 7 | 8 | 15 | 15 | 11 | 9 | 20 | 13 | 18 | 4 | 10 |
| +10 — 19 . . . | 6 | 13 | 32 | 9 | 9 | 11 | 11 | 21 | 22 | 13 | 25 | 35 | 16 | 4 | 4 |
| 0—+9 . . . | 19 | 7 | 21 | 3 | 8 | 11 | 6 | 16 | 19 | 23 | 10 | 14 | 20 | 6 | 7 |
| —10——1 . . . | 40 | 94 | 10 | 35 | 13 | 29 | 7 | 28 | 40 | 43 | 13 | 12 | 30 | 10 | 15 |
| 20— 11 . . . | 72 | 90 | 16 | 62 | 48 | 58 | 64 | 43 | 66 | 76 | 13 | 25 | 41 | 31 | 45 |
| 30— 21 . . | 53 | 9 | 69 | 43 | 41 | 84 | 27 | 47 | 33 | 57 | 47 | 44 | 67 | 85 | 63 |
| 40— 31 . . | 73 | 4 | 101 | 45 | 43 | 52 | 53 | 57 | 40 | 68 | 53 | 66 | 25 | 54 | 16 |
| 50— 41 . . . | 14 | 3 | 6 | 77 | 89 | 5 | 71 | 57 | 63 | 27 | 47 | 79 | 53 | 77 | 93 |
| 60— 51 . . . | — | 4 | 2 | — | 55 | — | 9 | 36 | — | — | 35 | — | 41 | 13 | 61 |
| 70— 61 . . . | — | 1 | — | — | 6 | — | 1 | — | — | — | 8 | — | — | 4 | — |
| выше 2,00 с. | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 11 | 7 | — | — | — |
| выше 1,20 с. . | 19 | 16 | — | 12 | — | 26 | — | — | 12 | — | 29 | 30 | — | — | — |
| выше 0,80 с. . | 42 | 71 | 29 | 28 | — | 68 | — | — | 40 | — | 49 | 49 | 13 | 32 | — |

ской Каменки на рѣкѣ Днѣпрѣ.

| Е И П О Г О Д А М Ъ. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1893. | 1894. | 1895. | 1896. | 1897. | 1898. | 1899. | 1900. | 1901. | 1902. | 1903. | 1904. | 1905. | 1906. | 1907. | 1908. | Сумма за 31 г. | Средния. |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 3 | 0,09 |
| — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 0,06 |
| — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 8 | 0,24 |
| — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 2 | 2 | 11 | 0,33 |
| — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 3 | 1 | 12 | 0,36 |
| — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 1 | 2 | 12 | 0,36 |
| — | — | 3 | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — | — | — | 2 | — | 13 | 0,39 |
| — | — | 1 | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | — | — | 1 | 2 | 20 | 0,61 |
| — | — | 3 | — | — | — | — | 1 | — | — | — | — | — | — | 1 | 1 | 16 | 0,48 |
| — | — | 1 | — | — | — | — | 3 | — | — | — | — | — | — | 3 | 2 | 16 | 0,48 |
| — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | — | — | — | — | 6 | — | 1 | 1 | 20 | 0,61 |
| — | — | 2 | — | 5 | — | — | 2 | — | — | — | — | 5 | — | 1 | 2 | 27 | 0,82 |
| — | — | 1 | — | 3 | — | — | 2 | — | — | — | — | 3 | — | 3 | 2 | 34 | 1,03 |
| 5 | — | 3 | 8 | 2 | — | — | 2 | — | — | — | — | 2 | — | 3 | 2 | 53 | 1,61 |
| 5 | — | 1 | 18 | 3 | — | — | 3 | — | — | — | — | 3 | 10 | 4 | 4 | 82 | 2,48 |
| 3 | — | 4 | 7 | 3 | — | — | 3 | — | — | — | — | 2 | 6 | 8 | 5 | 83 | 2,52 |
| 4 | — | 4 | 7 | 4 | — | — | 4 | — | 7 | — | — | 3 | 10 | 4 | 5 | 137 | 4,15 |
| 3 | — | 5 | 8 | 8 | — | — | 4 | 7 | 5 | — | — | 4 | 9 | 3 | 8 | 146 | 4,42 |
| 8 | — | 5 | 7 | 8 | — | — | 4 | 15 | 7 | — | — | 4 | 9 | 4 | 6 | 181 | 5,48 |
| 14 | — | 6 | 11 | 9 | 13 | — | 5 | 9 | 5 | — | — | 6 | 11 | 7 | 8 | 216 | 6,55 |
| 12 | — | 5 | 5 | 8 | 12 | — | 6 | 7 | 9 | 21 | — | 6 | 18 | 6 | 7 | 286 | 8,67 |
| 23 | — | 5 | 4 | 8 | 11 | — | 5 | 11 | 8 | 27 | 5 | 6 | 4 | 4 | 5 | 306 | 9,27 |
| 14 | 33 | 8 | 5 | 7 | 16 | 5 | 6 | 13 | 25 | 12 | 25 | 7 | 5 | 7 | 4 | 363 | 11,00 |
| 4 | 27 | 20 | 19 | 11 | 7 | 27 | 5 | 10 | 11 | 17 | 15 | 6 | 4 | 10 | 6 | 348 | 10,55 |
| 3 | 20 | 28 | 32 | 15 | 5 | 32 | 8 | 7 | 12 | 19 | 9 | 26 | 11 | 34 | 15 | 504 | 15,27 |
| 9 | 30 | 51 | 29 | 10 | 5 | 12 | 6 | 4 | 27 | 12 | 26 | 23 | 41 | 18 | 20 | 576 | 17,45 |
| 21 | 58 | 41 | 23 | 10 | 14 | 24 | 27 | 3 | 29 | 40 | 26 | 44 | 53 | 31 | 4 | 700 | 21,21 |
| 54 | 75 | 15 | 14 | 15 | 16 | 52 | 21 | 4 | 77 | 56 | 18 | 29 | 51 | 48 | 5 | 990 | 30,00 |
| 94 | 42 | 47 | 32 | 25 | 35 | 45 | 46 | 11 | 43 | 91 | 39 | 44 | 65 | 45 | 44 | 1537 | 46,58 |
| 50 | 76 | 20 | 73 | 28 | 43 | 85 | 31 | 63 | 63 | 49 | 47 | 41 | 41 | 27 | 115 | 1721 | 52,15 |
| 39 | 4 | 50 | 57 | 29 | 58 | 55 | 9 | 72 | 21 | 21 | 27 | 17 | 17 | 44 | 61 | 1472 | 44,61 |
| — | — | 21 | 4 | 89 | 66 | 21 | 29 | 115 | 16 | — | 63 | 54 | — | 34 | 10 | 1452 | 44,00 |
| — | — | — | 3 | 60 | 61 | 7 | 94 | 14 | — | — | 66 | 24 | — | 4 | 10 | 624 | 18,90 |
| — | — | — | — | 5 | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 28 | 0,84 |
| — | — | 16 | — | — | — | — | 5 | — | — | — | — | — | — | 10 | 12 | — | — |
| 10 | — | 30 | 26 | 13 | — | — | 22 | — | — | — | — | 19 | 10 | 27 | 28 | — | — |
| 28 | — | 48 | 55 | 36 | — | — | 37 | 22 | 19 | — | — | 32 | 44 | 46 | 52 | 36 | — |

Таблица вычисленія расчетныхъ глубинъ въ бьефѣ между Лоханской
Лоцманско-Каменскаго

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | Ω въ саж. | Ω метр. | $h$ саж. | $h$ метр. | $v$ м./сек. | $\alpha v$ | $v^2$ | $\beta v^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VIIIa | 2104,98 | 9582,29 | 0,028 | 0,060 | 2,127 | 0,000049 | 4,1209 | 0,001508 |
| IX | 2235,40 | 10175,99 | 0,205 | 0,437 | 1,909 | 0,000046 | 3,6481 | 0,001335 |
| I | 1680,31 | 7649,11 | 0,146 | 0,311 | 2,539 | 0,000062 | 6,4516 | 0,002361 |
| II | 1897,94 | 8639,80 | 0,283 | 0,604 | 2,248 | 0,000055 | 5,0625 | 0,001852 |
| III | 1887,03 | 8590,14 | 0,070 | 0,149 | 2,261 | 0,000055 | 5,1076 | 0,001869 |
| IV | 2135,07 | 9719,26 | 0,020 | 0,043 | 1,998 | 0,000048 | 4,0000 | 0,001464 |
| V | 2332,49 | 10617,96 | 0,250 | 0,533 | 1,829 | 0,000044 | 3,3489 | 0,001226 |
| VI | 1985,42 | 9038,03 | 0,230 | 0,491 | 2,149 | 0,000052 | 4,6225 | 0,001692 |
| VII | 1987,99 | 9049,73 | 0,210 | 0,448 | 2,146 | 0,000052 | 4,6225 | 0,001692 |
| VIII | 2074,60 | 9443,99 | 0,160 | 0,341 | 2,056 | 0,000050 | 4,2436 | 0,001553 |
| IX | 1521,10 | 6924,35 | 0,280 | 0,597 | 2,805 | 0,000068 | 7,8400 | 0,002869 |
| X | 1644,10 | 7484,27 | 0,280 | 0,597 | 2,595 | 0,000063 | 6,7600 | 0,002474 |
| XI | 1634,87 | 7442,25 | 0,590 | 1,259 | 2,609 | 0,000060 | 6,8121 | 0,002493 |
| XII | — | — | — | — | — | — | — | — |
| XIII | — | — | — | — | — | — | — | — |
| XIV | — | — | — | — | — | — | — | — |

плотиной и г. Екатеринославомъ при горизонтѣ воды +265 саж. по рейкѣ водомѣрнаго поста.

**Dupuit.**

| $\alpha v + \beta v^2$ | $i$ | $H$ | Мѣстоположеніе профилей. | Граница участка. | Примѣчанія. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 37 в. 420 с. | |
| 0,001557 | 0,000233 | 6,682 | Профиль 8; 28 в. 425 с. . . | | |
| | | | | 27 в. 300 с. | |
| 0,001381 | 0,000270 | 5,114 | „ 9; 26 в. 400 с. . | | |
| | | | | 26 в. 40 с. | |
| 0,002423 | 0,001168 | 2,074 | „ 1; 26 в. — . . | | |
| | | | | 25 в. 415 с. | |
| 0,001907 | 0,001380 | 1,382 | „ 2; 25 в. 310 с. . . | | |
| | | | | 25 в. 210 с. | |
| 0,001924 | 0,000170 | 11,317 | „ 3; 25 в. — . . | | |
| | | | | 24 в. 300 с. | |
| 0,001215 | 0,000200 | 7,560 | „ 4; 24 в. 260 с. . . | | |
| | | | | 24 в. 200 с. | |
| 0,001270 | 0,000189 | 6,719 | „ 5; 23 в. 160 с. . . | | |
| | | | | 21 в. 375 с. | |
| 0,001744 | 0,000147 | 11,863 | „ 6; 20 в. 240 с. . . | | |
| | | | | 18 в. 310 с. | |
| 0,001744 | 0,000296 | 5,891 | „ 7; 17 в. 385 с. . . | | |
| | | | | 18 в. 100 с. | |
| 0,001603 | 0,000305 | 5,255 | „ 8; 16 в. 325 с. . . | | |
| | | | | 16 в. 75 с. | |
| 0,002937 | 0,001057 | 2,779 | „ 9; 16 в. — . . | | |
| | | | | 15 в. 310 с. | |
| 0,002537 | 0,000622 | 4,078 | „ 10; 15 в. 125 с. . . | | |
| | | | | 14 в. 360 с. | |
| 0,002556 | 0,000355 | 7,200 | „ 11; 13 в. 250 с. . . | | |
| | | | | 11 в. 100 с. | |
| — | — | — | „ 12; 9 в. 120 с. . . | | |
| | | | | 4 в. 250 с. | |
| — | — | — | „ 13; 4 в. — . . | | |
| | | | | 3 в. 300 с. | |
| — | — | — | „ 14; 1 в. 250 с. . . | | |
| | | | | 0 | |

Таблица подсчета элементовъ кривой подпора, образуемаго Ло
Каменскаго водо

По формулѣ

| №№ участковъ. | $H$ въ метр. | $\frac{Y}{H}$ | $f\left(\frac{Y}{H}\right)$ | $\frac{h}{H}$ | $f\left(\frac{y}{H}\right)$ | $\frac{y}{H}$ | $y$ въ метр. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VIII[a] | 6,682 | 0,2043 | 1,1461 | 0,0090 | 1,1371 | 0,2004 | 1,3391 |
| IX | 5,114 | 0,2618 | 1,2698 | 0,0854 | 1,1844 | 0,2211 | 1,1307 |
| I | 2,074 | 0,5451 | 1,7239 | 0,1499 | 1,5740 | 0,4404 | 0,9134 |
| II | 1,382 | 0,6609 | 1,8770 | 0,4370 | 1,4400 | 0,3556 | 0,4914 |
| III | 11,319 | 0,4334 | 0,5165 | 0,0132 | 0,5033 | 0,0417 | 0,472 |
| IV | 7,560 | 0,0624 | 0,6515 | 0,0056 | 0,6459 | 0,0614 | 0,464 |
| V | 6,719 | 0,0690 | 0,6899 | 0,0793 | 0,6106 | 0,0560 | 0,376 |
| VI | 11,869 | 0,0317 | 0,4027 | 0,0414 | 0,3623 | 0,0283 | 0,336 |
| VII | 5,891 | 0,0570 | 0,6173 | 0,0760 | 0,5413 | 0,0464 | 0,273 |
| VIII | 5,255 | 0,0519 | 0,5829 | 0,0649 | 0,5180 | 0,0438 | 0,230 |
| IX | 2,779 | 0,0828 | 0,7601 | 0,2148 | 0,5453 | 0,0469 | 0,130 |
| X | 4,078 | 0,0319 | 0,4058 | 0,1464 | 0,2594 | 0,0210 | 0,086 |
| XI | 7,200 | 0,0119 | 0,0451 | 0,1748 | — | — | — |
| XII | — | — | — | — | — | — | — |
| XIII | — | — | — | — | — | — | — |
| XIV | — | — | — | — | — | — | — |

ханской плотиной при горизонтѣ + 2,65 с. по рейкѣ Лоцманско-мѣрнаго поста.

**Dupuit.**

| $y$ въ саж. | $l$ въ саж. | Отмѣтки естественнаго горизонта. | Отмѣтки подпертаго горизонта Ненасытецкой плотины. | Отмѣтки подпертаго горизонта Лоханской плотины. | ПРИМѢЧАНІЕ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | — | 28,138 | 28,768 | |
| 0,628 | 120 | | | | Подпоръ у плотины $y_0 = 28,77 - 28,14 = 1,3655$ метра. |
| | | — | 28,166 | 28,794 | |
| 0,530 | 760 | | | | |
| | | — | 28,371 | 28,901 | |
| 0,428 | 125 | | | | |
| | | — | 28,517 | 28,945 | |
| 0,230 | 205 | | | | |
| | | 28,800 | — | 29,030 | |
| 0,221 | 110 | | | | |
| | | 28,870 | — | 29,091 | |
| 0,217 | 100 | | | | |
| | | 28,890 | — | 29,207 | |
| 0,176 | 1325 | | | | |
| | | 29,140 | — | 29,336 | |
| 0,157 | 1565 | | | | |
| | | 29,370 | — | 29,527 | |
| 0,128 | 710 | | | | |
| | | 29,580 | — | 29,708 | |
| 0,108 | 525 | | | | |
| | | 29,740 | — | 29,848 | |
| 0,061 | 265 | | | | |
| | | 30,020 | — | 30,081 | |
| 0,040 | 450 | | | | |
| | | 30,300 | — | 30,340 | |
| — | 1760 | | | | |
| | | 30,840 | — | — | |
| — | — | | | | |
| | | 31,240 | — | — | |
| — | — | | | | |
| | | 31,280 | — | — | |
| — | — | | | | |
| | | 31,470 | — | — | |

Таблица подсчета расчетныхъ глубинъ на участкахъ въ бьефѣ между Сур

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | *P* | | *K* | *K*² | *B* | | *B*² |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | въ саж. | въ метр. | | | въ саж. | въ метр. | |
| VIII | 2,835 | 6,05 | 50,7 | 2570 | 798 | 1703 | 2900209 |
| IX | 4,101 | 8,75 | 54,6 | 2981 | 569 | 1214 | 1473796 |
| I | 3,962 | 8,45 | 54,2 | 2938 | 442 | 943 | 889249 |
| II | 3,375 | 7,20 | 52,7 | 2777 | 586 | 1250 | 1562500 |
| III | 3,479 | 7,42 | 53,0 | 2803 | 565 | 1205 | 1452025 |
| IV | 3,146 | 6,71 | 51,9 | 2694 | 708 | 1511 | 2283121 |
| V | 2,745 | 5,86 | 50,5 | 2550 | 888 | 1895 | 3591026 |
| VI | 3,415 | 7,29 | 52,8 | 2788 | 597 | 1274 | 1623076 |
| VII | 3,645 | 7,78 | 53,5 | 2862 | 556 | 1186 | 1406596 |
| VIII | 3,841 | 8,19 | 53,9 | 2905 | 549 | 1171 | 1371241 |
| IX | 3,303 | 7,05 | 52,5 | 2756 | 469 | 1001 | 100200 |
| X | 3,209 | 6,85 | 52,2 | 2725 | 518 | 1105 | 1221025 |
| XI | 3,464 | 7,39 | 52,9 | 2798 | 472 | 1007 | 1014049 |
| XII | 2,312 | 4,93 | 48,6 | 2362 | 1720 | 3670 | 13468900 |
| XIII | 3,283 | 7,00 | 52,4 | 2745,8 | 622 | 1327 | 1760929 |
| XIV | 2,716 | 5,79 | 50,3 | 2530,1 | 998 | 2129 | 4352641 |

ско-Лоханской плотиной и г. Екатеринославомъ при горизонтѣ +2,65 с.
**Базена.**

| $i$ | $K^2 B^2 i$ | $\sqrt[3]{K^2 B^2 i}$ | $t$ въ метр. | $t$ въ саж. | ПРИМѢЧАНІЕ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000181 | 1349615 | 110,8 | 6,52 | 3,05 | |
| 0,000247 | 1085166 | 102,8 | 7,02 | 3,29 | |
| 0,001216 | 3176938 | 147,0 | 4,92 | 2,31 | |
| 0,001258 | 5458540 | 176,1 | 4,10 | 1,92 | |
| 0,000154 | 628126 | 85,6 | 8,44 | 3,96 | |
| 0,000170 | 1045624 | 101,5 | 7,12 | 3,34 | |
| 0,000167 | 1529237 | 115,20 | 6,27 | 2,94 | |
| 0,000137 | 619944 | 85,3 | 8,48 | 3,97 | |
| 0,000275 | 1107061 | 103,5 | 6,98 | 3,27 | |
| 0,000286 | 1139268 | 104,5 | 6,91 | 3,24 | |
| 0,000992 | 2739423 | 139,9 | 5,16 | 2,42 | |
| 0,000587 | 19531211 | 125,0 | 5,78 | 2,71 | |
| 0,000320 | 907938 | 96,9 | 7,46 | 3,50 | |
| 0,0000985 | 3038193 | 144,83 | 4,92 | 2,34 | |
| 0,000178 | 860407 | 95,12 | 7,60 | 3,56 | |
| 0,000100 | 1146758 | 104,67 | 6,90 | 3,23 | |

Таблица подсчета элементовъ кривой подпора, образуемаго Лохан
Каменскаго водо

**По формулѣ**

| №№ Участковъ. | $h$ саж. | $t$ саж. | $\frac{h}{t}$ | $Z$ саж. | $\frac{Z}{t}$ | $f\left(\frac{Z}{t}\right)$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIII | 0,022 | 3,05 | 0,0072 | 0,530 | 0,1739 | 1.0711 |
| IX | 0,188 | 3,29 | 0,0571 | 0,508 | 0,1587 | 1.0297 |
| I | 0,152 | 2,31 | 0,0658 | 0,458 | 0,1983 | 1,1321 |
| II | 0,258 | 1,92 | 0,1344 | 0,398 | 1,2071 | 1,1528 |
| III | 0,063 | 3,96 | 0,0153 | 0,2970 | 0,0750 | 0,7222 |
| IV | 0,017 | 3,34 | 0,0051 | 0,285 | 0,0852 | 0,7718 |
| V | 0,22 | 2,94 | 0,0755 | 0,281 | 0,0955 | 0,8164 |
| VI | 0,214 | 3,97 | 0,539 | 0,231 | 0,0581 | 0,6247 |
| VII | 0,195 | 3,27 | 0,0596 | 0,199 | 0,0609 | 0,6432 |
| VIII | 0,150 | 3,24 | 0,0463 | 0,170 | 0,0525 | 0,5872 |
| IX | 0,263 | 2,42 | 0,1086 | 0,1505 | 0,0622 | 0,6503 |
| X | 0,264 | 2,71 | 0,0974 | 0,1125 | 0,0415 | 0,5011 |
| XI | 0,563 | 3,50 | 0,1609 | 0,0861 | 0,0246 | 0,3102 |
| XII | 0,32 | 2,34 | 0,1367 | 0,0559 | 0,0239 | 0,3003 |
| XIII | 0,08 | 3,56 | 0,0225 | 0,0388 | 0,0109 | 0,0292 |
| XIV | 0,18 | 3,23 | 0,0557 | 0,0388 | 0,01201 | 0,0624 |

ской плотиной при горизонтѣ + 2,65 с. по рейкѣ Лоцманско-мѣрнаго поста.

**Рюльмана.**

| $f\left(\frac{z}{t}\right)$ | $\frac{z}{t}$ | $z$ саж. | Отмѣтки подпорнаго горизонта. саж. | ПРИМѢЧАНІЕ. |
|---|---|---|---|---|
| 1,0639 | 0,1712 | 0,522 | 28,863 | |
| 0,9726 | 0,1392 | 0,458 | 28,987 | |
| 1,0663 | 1,1721 | 0,398 | 29,079 | |
| 1,0184 | 0,1547 | 0,2970 | 29,236 | |
| 0,7063 | 0,0720 | 0,285 | 29,287 | |
| 0,7667 | 0,841 | 0,281 | 29,300 | |
| 0,7409 | 0,0786 | 0,231 | 29,472 | |
| 0,5708 | 0,0501 | 0,199 | 29,654 | |
| 0,5836 | 0,0520 | 0,170 | 29,820 | |
| 0,5409 | 0,464 | 0,1505 | 29,951 | |
| 0,5417 | 0,0465 | 0,1125 | 30,176 | |
| 0,4037 | 0,0317 | 0,0861 | 30,403 | |
| 0,1493 | 0,0160 | 0,0559 | 30,946 | |
| 0,1636 | 0,0166 | 0,0388 | 31,279 | |
| 0,0067 | 0,0100 | 0,0356 | 31,319 | |
| 0,0067 | 0,01000 | 0,0323 | 31,502 | |

Таблица подсчета расчетныхъ глубинъ на участкахъ въ бьефѣ между

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | P | | $K^1$ | $K^2$ | B | | $B^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | въ саж. | въ метр. | | | въ саж. | въ метр. | |
| I | 3,286 | 7,01 | 52,4 | 2745,8 | 496 | 1058 | 1119364 |
| II | 2,737 | 5,84 | 50,4 | 2540,2 | 489 | 1043 | 1087849 |
| III | 3,096 | 6,61 | 51,8 | 2683,2 | 640 | 1365 | 1863225 |
| IV | 2,689 | 5,74 | 50,3 | 2530 | 840 | 1792 | 3211264 |
| V | 3,308 | 7,06 | 52,5 | 2756,2 | 593 | 1265 | 1600225 |
| VI | 3,497 | 7,46 | 53,1 | 2819,6 | 452 | 964 | 929296 |
| VII | 2,738 | 5,84 | 50,4 | 2540,2 | 487 | 1039 | 1079521 |
| VIII | 2,481 | 5,29 | 48,2 | 2323,2 | 779 | 1662 | 2762244 |
| IX | 3,775 | 8,05 | 53,8 | 2894,4 | 567 | 1210 | 1464100 |
| I | 3,726 | 7,95 | 53,8 | 2894,4 | 437 | 932 | 868624 |
| II | 3,212 | 6,85 | 52,2 | 2724,8 | 584 | 1246 | 1552516 |
| III | 3,352 | 7,15 | 52.6 | 2766,8 | 563 | 1201 | 1442401 |
| IV | 3,020 | 6,44 | 51,5 | 2652,2 | 707 | 1508 | 2274064 |
| V | 2,666 | 5,69 | 50,1 | 2510 | 875 | 1867 | 3485589 |
| VI | 3,326 | 7,10 | 52,5 | 2756,2 | 597 | 1274 | 1733076 |
| VII | 3,575 | 7,63 | 53,3 | 2840,9 | 556 | 1186 | 1406596 |
| VIII | 3,775 | 8,05 | 53,8 | 2894,4 | 549 | 1171 | 1371241 |
| IX | 3,243 | 6,82 | 51,9 | 2693,6 | 469 | 1001 | 1002001 |
| X | 3,174 | 6,67 | 51,8 | 2683,2 | 518 | 1105 | 1221025 |
| XI | 3,464 | 7,29 | 52,8 | 2787,8 | 472 | 1007 | 1014049 |

Ненасытецкой и Сурско-Лоханскою плотинами при горизонтѣ +2,65 с. **Базена.**

| $i$ | $K^2 B^2 i$ | $\sqrt[3]{K^2 B^2 i}$ | $t$ въ метр. | $t$ въ саж. | ПРИМѢЧАНІЯ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,0004 | 1229420 | 107,13 | 6,74 | 3,16 | |
| 0,004682 | 12938023 | 234,76 | 3,08 | 1,44 | |
| 0,000271 | 1282633 | 108,65 | 6,65 | 3,12 | |
| 0,000337 | 2737956 | 139,90 | 5,16 | 2,42 | |
| 0,000335 | 1477531 | 113,90 | 6,34 | 2,97 | |
| 0,001231 | 3225519 | 147,75 | 4,89 | 2,29 | |
| 0,00156 | 4277831 | 162,33 | 4,45 | 2,09 | |
| 0,00029 | 1861001 | 121,23 | 5,87 | 2,75 | |
| 0,000342 | 1449290 | 113,17 | 6,38 | 2,93 | |
| 0,00176 | 4424896 | 164,17 | 4,40 | 2,02 | |
| 0,001707 | 7221114 | 193,28 | 3,74 | 1,71 | |
| 0,000171 | 682433 | 88,04 | 8,21 | 3,76 | |
| 0,0002 | 1251736 | 107,77 | 6,70 | 3,07 | |
| 0,000189 | 1653353 | 118,24 | 6,11 | 2,80 | |
| 0,000147 | 702175 | 88,88 | 8,13 | 3,73 | |
| 0,000296 | 1182815 | 105,75 | 6,83 | 3,13 | |
| 0,000305 | 1210521 | 106,57 | 6,78 | 3,11 | |
| 0,001057 | 2852832 | 141.82 | 5,09 | 2,33 | |
| 0,000622 | 2037830 | 126,78 | 5,70 | 2,67 | |
| 0,000355 | 1003573 | 100,12 | 6,22 | 2,91 | |

Таблица подсчета элементовъ кривой подпора, образуемаго Ненасы скаго водомѣр

По формулѣ

| №№ участковъ. | $h$ саж. | $t$ саж. | $\frac{h}{t}$ | $Z$ саж. | $\frac{Z}{t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,07 | 3,16 | 0,0221 | 3,59 | 1,1361 |
| II | 2,06 | 1,44 | 1,4305 | 3,527 | 2,4493 |
| III | 0,26 | 3,12 | 0,0833 | 1,577 | 0,5054 |
| IV | 0,32 | 2,42 | 0,1322 | 1,383 | 0,5777 |
| V | 0,31 | 2,97 | 0,1044 | 0,8395 | 0,3933 |
| VI | 0,40 | 2,29 | 0,1747 | 0,6858 | 0,4284 |
| VII | 0,39 | 2,09 | 0,1866 | 0,4887 | 0,3517 |
| VIII | 0,42 | 2,75 | 0,1527 | 0,3285 | 0,1902 |
| IX | 0,26 | 2,93 | 0,0887 | 0,2244 | 0,1266 |
| I | 0,22 | 2,02 | 0,1089 | 0,1775 | 0,1480 |
| II | 0,35 | 1,71 | 0,2047 | 0,1333 | 0,1351 |
| III | 0,07 | 3,76 | 0,0186 | 0,0771 | 0,0370 |
| IV | 0,02 | 3,07 | 0,0065 | 0,0729 | 0,0430 |
| V | 0,25 | 2,80 | 0,0893 | 0,0715 | 0,0461 |
| VI | 0,23 | 3,73 | 0,0617 | 0,0552 | 0,0271 |
| VII | 0,21 | 3,13 | 0,0671 | 0,0470 | 0,0271 |
| VIII | 0,16 | 3,11 | 0,0514 | 0,0394 | 0,0225 |
| IX | 0,28 | 2,33 | 0,1202 | 0,0339 | 0,0257 |
| X | 0,28 | 2,67 | 0,1409 | 0,0237 | 0,0163 |

тецкой плотиной при горизонтѣ +2,65 с. по рейкѣ Лоцманско-Каменнаго поста.

**Рюльмана.**

| $f\left(\frac{Z}{t}\right)$ | $f\left(\frac{z}{t}\right)$ | $\frac{z}{t}$ | $z$ саж. | Отмѣтки подпорнаго горизонта. | Примѣчаніе. |
|---|---|---|---|---|---|
| 2,4373 | 2,4152 | 1,1162 | 3,527 | 27,34 | Отмѣтка подпорнаго горизонта у Ненасытецкой плотины 27,33 с. |
| 3,8225 | 2,3990 | 1,0955 | 1,577 | 27,45 | |
| 1,6687 | 1,5854 | 0,4480 | 1,398 | 27,53 | |
| 1,7683 | 1,6361 | 0,4826 | 1,168 | 27,62 | |
| 1,5014 | 1,3970 | 0,3303 | 0,981 | 27,74 | |
| 1,5558 | 1,3811 | 0,3212 | 0,735 | 27,90 | |
| 1,4334 | 1,2468 | 0,2503 | 0,523 | 28,078 | |
| 1,1124 | 0,9597 | 0,1351 | 0,371 | 28,341 | |
| 0,9320 | 0,8433 | 0,1021 | 0,299 | 28,529 | Отмѣтка подпорнаго горизонта у Лоханской плотины 28,32 с. |
| 0,9991 | 0,8902 | 0,1145 | 0,231 | 28,681 | |
| 0,9595 | 0,7548 | 0,0814 | 0,139 | 28,939 | |
| 0,4581 | 0,4395 | 0,0352 | 0,132 | 29,002 | |
| 0,5132 | 0,5067 | 0,0422 | 0,129 | 29,019 | |
| 0,5784 | 0,4491 | 0,0361 | 0,101 | 29,241 | |
| 0,3451 | 0,2834 | 0,0227 | 0,085 | 29,455 | |
| 0,3451 | 0,2780 | 0,0224 | 0,070 | 29,65 | |
| 0,2798 | 0,2284 | 0,0193 | 0,060 | 29,80 | |
| 0,3253 | 0,2051 | 0,0183 | 0,043 | 30,063 | |
| 0,1564 | 0,0155 | 0,0103 | 0,027 | 30,327 | |

Таблица подсчета расчетныхъ глубинъ въ бьефѣ между федоровской
Лоцманско-Каменскаго

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | $P$ | $K$ | $K^2$ | $B$ | $B^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 11,086 | 57,1 | 3260,4 | 614 | 376996 |
| II | 9,36 | 55,3 | 3058,1 | 574 | 329476 |
| III | 11,587 | 57,50 | 3306,2 | 533 | 284089 |
| IV | 9,112 | 55 | 3025 | 503 | 233009 |
| V | 8,28 | 54,1 | 2926,8 | 644 | 414736 |
| VI | 9,59 | 55,6 | 3091,4 | 811 | 657721 |
| VII | 8,999 | 54,9 | 3014 | 704 | 495616 |
| VIII | 8,214 | 54 | 2916 | 849 | 720801 |
| IX | 7,544 | 53,2 | 2830,2 | 1248 | 1557504 |
| X | 7,056 | 52,2 | 2756,2 | 1216 | 1478656 |
| XI | 6,68 | 51,9 | 2693,6 | 1500 | 2250000 |

и Ненасытецкой плотинами при горизонтѣ воды + 2,65 саж. по рейкѣ водомѣрнаго поста.

**Базена.**

| $i$ | $K^2\ B^2 i$ | $\sqrt[3]{K^2\ B^2 i}$ | $t$ въ метрахъ. | $t$ въ саженяхъ. | ПРИМѢЧАНІЕ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000259 | 318351,98 | 68,28 | 10,60 | 4,97 | |
| 0,00038 | 382876,87 | 72,62 | 9,95 | 4,66 | |
| 0,000359 | 337199,56 | 69,60 | 10,38 | 4,86 | |
| 0,001028 | 786782,08 | 92,32 | 7,83 | 3,67 | |
| 0,002622 | 3182701,95 | 147,09 | 4,91 | 2,30 | |
| 0,000208 | 422921,97 | 75,06 | 9,63 | 4,51 | |
| 0,000215 | 321146,00 | 68,48 | 10,55 | 4,94 | |
| 0,000267 | 561195,57 | 82,48 | 8,76 | 4,10 | |
| 0,000309 | 1362086,67 | 110,85 | 6,52 | 3,05 | |
| 0,000286 | 1125584,85 | 105,24 | 6,87 | 3,22 | |
| 0,000303 | 1836362 | 122,46 | 5,90 | 2,76 | |

Таблица подсчета элементовъ кривой подпора, образуемаго Федо
Каменскаго водо

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | $h$ саж. | $t$ саж. | $\frac{h}{t}$ | $Z$ саж. | $\frac{Z}{t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,215 | 4,97 | 0,0433 | 3,17 | 0,6378 |
| II | 0,095 | 4,66 | 0,0204 | 3,0059 | 0,6450 |
| III | 0,51 | 4,86 | 0,1049 | 2,932 | 0,6033 |
| IV | 0,18 | 3,67 | 0,0490 | 2,555 | 0,6962 |
| V | 0,59 | 2,30 | 0,2565 | 2,413 | 0,0491 |
| VI | 0,205 | 4,51 | 0,0454 | 1,904 | 0,4222 |
| VII | 0,125 | 4,94 | 0,0253 | 1,772 | 0,3587 |
| VIII | 0,210 | 4,10 | 0,0466 | 1,697 | 0,4139 |
| IX | 0,525 | 3,05 | 0,1721 | 1,575 | 0,5163 |
| X | 0,315 | 3,22 | 0,0978 | 1,220 | 0,3788 |
| XI | 0,28 | 2,76 | 0,1014 | 1,033 | 0,3732 |

ровской плотиной при горизонтѣ +2,65 по рейкѣ Лоцманско-мѣрнаго поста.

Рюльма.

| $f\left(\frac{Z}{t}\right)$ | $f\left(\frac{z}{t}\right)$ | $\frac{z}{t}$ | $z$ | Отмѣтки подпорнаго горизонта. | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,8476 | 1,8073 | 0,6048 | 3,006 | 23,71 | Отмѣтка подпорнаго горизонта у Федоровской плотины 23,66 с. |
| 1,8567 | 1,8363 | 0,6292 | 2,932 | 23,73 | |
| 1,8023 | 1,6974 | 0,5258 | 2,555 | 23,86 | |
| 1,9218 | 1,8728 | 0,6574 | 2,413 | 23,90 | |
| 2,3395 | 2,0830 | 0,8278 | 1,904 | 23,98 | |
| 1,5464 | 1,5010 | 0,3930 | 1,772 | 24,06 | |
| 1,4451 | 1,4198 | 0,3436 | 1,697 | 24,11 | |
| 1,5335 | 1,4869 | 0,3842 | 1,575 | 24,20 | |
| 1,6840 | 1,5119 | 0,4000 | 1,220 | 24,36 | |
| 1,4781 | 1,3803 | 0,3208 | 1,033 | 24,49 | |
| 1,4690 | 1,3676 | 0,3136 | 0,865 | 24,60 | |

Таблица подсчета расчетныхъ глубинъ въ бьефѣ между Вильной и ско-Каменскаго

**По формулѣ**

| №№ участковъ. | $P$ | $K$ | $K^2$ | $B$ | $B^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 9,085 | 55 | 3025 | 864 | 746496 |
| II | 7,726 | 53,4 | 2851,6 | 1419 | 2013561 |
| III | 7,727 | 53,4 | 2851,6 | 1099 | 1207801 |
| IV | 9,170 | 55,1 | 3036,00 | 988 | 976144 |
| V | 7,740 | 53,4 | 2851,6 | 930 | 864900 |
| VI | 9,247 | 55,2 | 3047 | 879 | 772641 |
| VII | 8,963 | 54,9 | 3014 | 578 | 334084 |
| VIII | 8,622 | 54,4 | 2959,4 | 836 | 698896 |
| IX | 8,632 | 54,4 | 2959,4 | 753 | 567009 |
| X | 10,269 | 56,2 | 3169,69 | 550 | 302500 |
| XI | 9,172 | 55,1 | 3036,00 | 753 | 567009 |

Федоровской плотиной при горизонтѣ воды +2,65 по рейкѣ Лоцман-водомѣрнаго поста.

**Базена.**

| $i$ | $K^2 \times B^2 \times i$ | $\sqrt[3]{K^2 \times B^2 \times i}$ | $t$ въ метрахъ. | $t$ въ саженяхъ. | Примѣчаніе. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,000815 | 1840374,08 | 122,54 | 5,90 | 2,76 | |
| 0,000170 | 976117,99 | 99,2 | 7,28 | 3,41 | |
| 0,000095 | 327195,71 | 68,91 | 10,64 | 4,99 | |
| 0,000118 | 349701,63 | 70,45 | 10,26 | 4,81 | |
| 0,000169 | 416812,95 | 74,7 | 9.54 | 4,47 | |
| 0,000596 | 1403125,33 | 111,95 | 6,45 | 3,02 | |
| 0,0006 | 604156,30 | 84,53 | 8,68 | 4,07 | |
| 0,000642 | 1327785,61 | 109,91 | 6,57 | 3,08 | |
| 0,000234 | 392653,19 | 73,15 | 9,88 | 4,63 | |
| 0,000267 | 256007,93 | 63,49 | 11,39 | 5,34 | |
| 0,000378 | 650704,06 | 86,61 | 8,34 | 3,91 | |

Таблица подсчета элементовъ кривой подпора, образуемой Вильной водомѣр

По формулѣ

| №№ участковъ. | $h$ саж. | $t$ саж. | $\frac{h}{t}$ | $Z$ саж. | $\frac{Z}{t}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 0,33 | 2,76 | 0,1196 | 1,73 | 0,6268 |
| II | 0,33 | 3,41 | 0,0968 | 1,4835 | 0,4348 |
| III | 0,03 | 4,99 | 0,0060 | 1,2719 | 0,2549 |
| IV | 0,325 | 4,81 | 0,0676 | 1,2575 | 0,2614 |
| V | 0,115 | 4,47 | 0,0257 | 1,1010 | 0,2463 |
| VI | 0,34 | 3,02 | 0,1093 | 1,0464 | 0,3453 |
| VII | 0,12 | 4,07 | 0,0295 | 0,8580 | 0,2108 |
| VIII | 0,44 | 3,08 | 0,1428 | 0,8068 | 0,2619 |
| IX | 0,24 | 4,63 | 0,0518 | 0,6249 | 0,1350 |
| X | 0,04 | 5,34 | 0,0750 | 0,5542 | 0,1038 |
| XI | 0,45 | 3,91 | 0,1151 | 0,5441 | 0,1388 |

плотиной при горизонтѣ +2,65 с. по рейкѣ Лоцманско - Каменскаго
наго поста.

**Рюльмана.**

| $f\left(\frac{Z}{t}\right)$ | $f\left(\frac{z}{t}\right)$ | $\frac{z}{t}$ | $z$ саж. | Отмѣтки подпорнаго горизонта. саж. | ПРИМѢЧАНІЕ. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,8331 | 1,7135 | 0,5375 | 1,4835 | 19,543 | Отмѣтка подпорнаго горизонта у плотины 19,46. |
| 1,5656 | 1,4688 | 0,3730 | 1,2719 | 19,622 | |
| 1,2561 | 1,2501 | 0,2520 | 1,2575 | 19,677 | |
| 1,2692 | 1,2016 | 0,2289 | 1,1010 | 19,846 | |
| 1,2385 | 1,2128 | 0,2341 | 1,0464 | 19,904 | |
| 1,4226 | 1,3133 | 0,2841 | 0,8580 | 20,068 | |
| 1,1613 | 1,1318 | 0,1982 | 0,8068 | 20,127 | |
| 1,2702 | 1,1274 | 0,1964 | 0,6249 | 20,385 | |
| 0,9595 | 0,9087 | 0,1197 | 0,5542 | 20,554 | |
| 0,8503 | 0,8428 | 0,1019 | 0,5441 | 20,584 | |
| 0,9713 | 0,8562 | 1,1103 | 0,4313 | 20,921 | |

Профиля и участки на бьефѣ

| № № профилей и участковъ. | Мѣстоположеніе профилей. | Отмѣтки естественныхъ горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | Границы участковъ. | Длина участковъ въ саж. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | — 0,60 | + 2,00 | + 2,65 | | |
| | | | | | 27 в. 420 с. | |
| Пр. № 8a. | 26 в. 425 с. | 24,84 | 27,25 | 27,81 | 27 „ 300 „ | 120 |
| „ № 9. | 26 „ 450 „ | 24,96 | 27,55 | 28,07 | 26 „ 40 „ | 760 |
| „ № 1. | 26 „ — „ | 25,06 | 27,58 | 28,25 | 25 „ 415 „ | 125 |
| „ № 2. | 25 „ 310 „ | 25,61 | 27,80 | 28,62 | 25 „ 210 „ | 205 |
| „ № 3. | 25 „ — „ | 25,95 | 28,10 | 28,84 | 24 „ 300 „ | 410 |
| „ № 4. | 24 „ 260 „ | 26,01 | 28,22 | 28,88 | 24 „ 200 „ | 100 |
| „ № 5. | 23 „ 160 „ | 26,21 | 28,31 | 28,99 | 21 „ 375 „ | 1.325 |
| „ № 6. | 20 „ 240 „ | 26,255 | 28,56 | 29,31 | 18 „ 310 „ | 1.565 |
| „ № 7. | 17 „ 385 „ | 26,53 | 28,90 | 29,50 | 17 „ 100 „ | 710 |
| „ № 8. | 16 „ 325 „ | 26,63 | 29,01 | 26,66 | 16 „ 75 „ | 525 |
| „ № 9. | 16 „ — „ | 26,95 | 29,15 | 29,81 | 15 „ 310 „ | 265 |
| „ № 10. | 15 „ 125 „ | 27,57 | 29,51 | 30,19 | 14 „ 360 „ | 450 |
| „ № 11. | 13 „ 250 „ | 27,62 | 29,96 | 30,51 | 11 „ 100 „ | 1.760 |
| „ № 12. | 9 „ 120 „ | 27,76 | 30,345 | 30,99 | 4 „ 250 „ | 3.350 |
| „ № 13. | 4 „ — „ | 27,97 | 30,68 | 31,26 | 3 „ 300 „ | 450 |
| „ № 14. | 1 „ 250 „ | 28,09 | 30,805 | 31,39 | 0 | 1.800 |

выше Лоханской плотины.

| Отмѣтки горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| — 0,60 | | + 2,00 | | | + 2,65 | | |
| Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный Ненасытецкой плотины. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный Ненасытецкой плотины. | Подпорный. |
| 24,89 | 27,00 | 27,31 | 27,357 | 27,967 | 27,936 | 28,30 | 28,85 |
| 24,90 | 27,00 | 27,35 | 27,393 | 27,976 | 27,97 | 28,529 | 28,863 |
| 25,05 | 27,00 | 27,58 | 27,599 | 28,027 | 28,23 | 28,529 | 28,987 |
| 25,11 | 27,00 | 27,59 | 27,599 | 28,027 | 28,45 | 28,681 | 29,079 |
| 25,92 | 27,001 | 28,00 | — | 28,082 | 28,80 | 28,939 | 29,236 |
| 25,98 | 27,002 | 28,20 | — | 28,243 | 28,87 | 29,002 | 29,287 |
| 26,16 | 27,003 | 28,25 | — | 28,284 | 28,89 | 29,019 | 29,300 |
| 26,24 | 27,007 | 28,465 | — | 28,489 | 29,14 | 29,241 | 29,472 |
| 26,31 | 27,013 | 28,76 | — | 28,760 | 29,37 | 29,455 | 29,654 |
| 26,62 | 27,028 | 28,97 | — | — | 29,58 | 29,65 | 29,820 |
| 26,64 | 27,033 | 29,04 | — | — | 29,74 | 29,800 | 29,951 |
| 27,53 | — | 29,34 | — | — | 30,02 | 30,063 | 30,176 |
| 27,595 | — | 29,78 | — | — | 30,30 | 30,327 | 30,403 |
| 27,65 | — | 30,25 | — | — | 30,89 | 30,89 | 30,946 |
| 27,94 | — | 30,645 | — | — | 31,24 | — | 31,279 |
| 28,00 | — | 30,695 | — | — | 31,29 | — | — |
| 28,20 | — | 30,87 | — | — | 31,47 | — | — |

Профиля и участки на бьефѣ

| №№ профилей и участковъ. | Мѣстоположеніе профилей. | Отмѣтки естественныхъ горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | Границы участковъ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | — 0,60 | + 2,00 | + 2,65 | |
| | | | | | 38 вер. 275 саж. |
| Пр. № 1 | 38 вер. 200 саж. | 21,12 | 23,13 | 23,78 | |
| | | | | | 38 „ 100 „ |
| „ № 2 | 38 „ 50 „ | 21,81 | 23,62 | 24,18 | |
| | | | | | 37 „ 160 „ |
| „ № 3 | 36 „ — „ | 23,74 | 25,66 | 26,06 | |
| | | | | | 35 „ 200 „ |
| „ № 4 | 34 „ 420 „ | 23,76 | 25,80 | 26,22 | |
| | | | | | 33 „ 250 „ |
| „ № 5 | 32 „ 225 „ | 23,96 | 26,15 | 26,63 | |
| | | | | | 31 „ 325 „ |
| „ № 6 | 31 „ 160 „ | 24,02 | 26,40 | 27,02 | |
| | | | | | 31 „ — „ |
| „ № 7 | 30 „ 375 „ | 24,43 | 26,60 | 27,33 | |
| | | | | | 30 „ 250 „ |
| „ № 8 | 28 „ 425 „ | 24,84 | 27,25 | 27,81 | |
| | | | | | 27 „ 420 „ |

выше Ненасытецкой плотины:

| Длина участковъ въ саж. | Отмѣтки горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | — 0,60 | | + 2,00 | | + 2,65 | |
| | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. |
| | 21,09 | 25,60 | 23,06 | 26,700 | 23,74 | 27,33 |
| 178 | | | | | | |
| | 21,25 | 25,601 | 23,22 | 26,700 | 23,81 | 27,34 |
| 440 | | | | | | |
| | 23,72 | 25,602 | 25,57 | 26,700 | 25,87 | 27,45 |
| 960 | | | | | | |
| | 23,75 | 25,608 | 25,73 | 26,730 | 26,13 | 27,53 |
| 950 | | | | | | |
| | 23,94 | 25,609 | 26,06 | 26,760 | 26,45 | 27,62 |
| 925 | | | | | | |
| | 23,99 | 25,609 | 26,30 | 26,826 | 26,76 | 27,74 |
| 325 | | | | | | |
| | 24,05 | 25,610 | 26,50 | 26,877 | 27,16 | 27,90 |
| 250 | | | | | | |
| | 24,77 | 25,636 | 26,87 | 27,004 | 27,55 | 28,078 |
| 1330 | | | | | | |
| | 24,89 | 25,69 | 27,31 | 27,357 | 27,935 | 28,30 |

Профиля и участки на бьефѣ

| №№ профилей и участковъ. | Мѣстоположеніе профилей. | Отмѣтки естественныхъ горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | Границы участковъ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | — 0,60 | + 2,00 | + 2,65 | |
| | | | | | 56 вер. 250 саж. |
| Пр. № 1. | 55 вер. 280 саж. | 15,835 | 19,57 | 20,615 | |
| | | | | | 54 „ 420 „ |
| „ № 2. | 54 „ 250 „ | 16,33 | 19,80 | 20,77 | |
| | | | | | 54 „ 170 „ |
| „ № 3. | 52 „ 350 „ | 16,55 | 20,09 | 21,15 | |
| | | | | | 51 „ 250 „ |
| „ № 4. | 51 „ 175 „ | 16,99 | 20,41 | 21,33 | |
| | | | | | 51 „ 75 „ |
| „ № 5. | 50 „ 475 „ | 17,90 | 20,73 | 21,69 | |
| | | | | | 50 „ 350 „ |
| „ № 6. | 49 „ 300 „ | 18,23 | 21,10 | 22,20 | |
| | | | | | 48 „ 365 „ |
| „ № 7. | 48 „ 280 „ | 18,32 | 21,26 | 22,30 | |
| | | | | | 47 „ 285 „ |
| „ № 8. | 46 „ 425 „ | 18,73 | 21,61 | 22,48 | |
| | | | | | 46 „ — „ |
| „ № 9. | 44 „ 325 „ | 19,10 | 22,11 | 22,86 | |
| | | | | | 42 „ 300 „ |
| „ № 10. | 41 „ 325 „ | 20,29 | 22,56 | 23,26 | |
| | | | | | 40 „ 200 „ |
| „ № 11. | 39 „ 430 „ | 20,95 | 22,94 | 23,55 | |
| | | | | | 38 „ 275 „ |

выше Федоровской плотины.

| Длина участковъ въ саж. | Отмѣтки горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | — 0,60 | | + 2,00 | | + 2,65 | |
| | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. |
| | 15,75 | 21,35 | 19,46 | 22,830 | 20,49 | 23,66 |
| 830 | | | | | | |
| | 15,89 | 21,35 | 19,63 | 22,845 | 20,705 | 23,71 |
| 250 | | | | | | |
| | 16,44 | 21,35 | 19,85 | 22,845 | 20,80 | 23,732 |
| 1420 | | | | | | |
| | 16,68 | 21,35 | 20,29 | 22,867 | 21,31 | 23,864 |
| 175 | | | | | | |
| | 17,60 | 21,35 | 20,57 | 22,868 | 21,49 | 23,901 |
| 225 | | | | | | |
| | 18,18 | 21,35 | 20,93 | 22,868 | 22,08 | 23,989 |
| 985 | | | | | | |
| | 18,25 | 21,35 | 21,22 | 22,897 | 22.285 | 24,053 |
| 580 | | | | | | |
| | 18,62 | 21,351 | 21,50 | 22,992 | 22,41 | 24,103 |
| 785 | | | | | | |
| | 18,83 | 21,351 | 21,94 | 23,034 | 22,62 | 24,179 |
| 1700 | | | | | | |
| | 19,59 | 21,354 | 22,29 | 23,111 | 23,145 | 24,345 |
| 1100 | | | | | | |
| | 20,90 | 21,375 | 22,85 | 23,211 | 23,46 | 24,466 |
| 925 | | | | | | |
| | 21,09 | 21,407 | 23,06 | 23,314 | 23,74 | 24,569 |

Профиля и участки на бьефѣ

| №№ профилей и участковъ. | Мѣстоположеніе профилей. | Отмѣтки естественныхъ горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | Границы участковъ. |
|---|---|---|---|---|---|
| | | — 0,60 | + 2,00 | + 2,65 | |
| | | | | | 76 вер. 310 саж. |
| Пр. № 1 | 76 вер. 50 саж. | 13,85 | 16,96 | 17,95 | |
| | | | | | 75 „ 250 „ |
| „ № 2 | 73 „ 350 „ | 14,43 | 17,31 | 18,30 | |
| | | | | | 71 „ 315 „ |
| „ № 3 | 71 „ 150 „ | 14,72 | 17,44 | 18,40 | |
| | | | | | 71 „ — „ |
| „ № 4 | 67 „ 415 „ | 14,955 | 17,71 | 18,65 | |
| | | | | | 65 „ 250 „ |
| „ № 5 | 64 „ 450 „ | 15,08 | 17,99 | 18,80 | |
| | | | | | 64 „ 70 „ |
| „ № 6 | 63 „ 275 „ | 15,13 | 18,21 | 19,05 | |
| | | | | | 63 „ — „ |
| „ № 7 | 62 „ 385 „ | 15,19 | 18,48 | 19,28 | |
| | | | | | 62 „ 300 „ |
| „ № 8 | 61 „ 400 „ | 15,33 | 18,71 | 19,57 | |
| | | | | | 61 „ 115 „ |
| „ № 9 | 59 „ 450 „ | 15,61 | 18,91 | 19,92 | |
| | | | | | 59 „ 90 „ |
| „ № 10 | 59 „ — „ | 15,65 | 19,01 | 20,00 | |
| | | | | | 58 „ 440 „ |
| „ № 11 | 58 „ 35 „ | 15,67 | 19,35 | 20,22 | |
| | | | | | 56 „ 250 „ |

выше Вильной плотины.

| Длина участковъ въ саж. | Отмѣтки горизонтовъ при показаніи рейки Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | — 0,60 | | + 2,00 | | + 2,65 | |
| | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. | Естественный. | Подпорный. |
| | 12,97 | 17,00 | 16,90 | 18,470 | 17,73 | 19,46 |
| 560 | | | | | | |
| | 14,30 | 17,00 | 17,10 | 18,507 | 18,06 | 19,543 |
| 1935 | | | | | | |
| | 14,56 | 17,001 | 17,40 | 18.562 | 18,39 | 19,622 |
| 315 | | | | | | |
| | 14,77 | 17,002 | 17,49 | 18,570 | 18,42 | 19,677 |
| 2750 | | | | | | |
| | 15,06 | 17,003 | 17,97 | 18,722 | 18,745 | 19,846 |
| 680 | | | | | | |
| | 15,11 | 17,004 | 18,08 | 18,780 | 18,86 | 19,904 |
| 570 | | | | | | |
| | 15,16 | 17,005 | 18,40 | 18,834 | 19,20 | 20,068 |
| 200 | | | | | | |
| | 15,23 | 17,006 | 18,545 | 18,899 | 19,32 | 20,127 |
| 685 | | | | | | |
| | 15,41 | 17,008 | 18,77 | 19,028 | 19,76 | 20,385 |
| 1025 | | | | | | |
| | 15,64 | 17,013 | 18,99 | 19,203 | 20,00 | 20,554 |
| 150 | | | | | | |
| | 15,65 | 17,014 | 19,05 | 19,246 | 20,04 | 20,584 |
| 1190 | | | | | | |
| | 15,75 | 17,019 | 19,46 | 19,559 | 20,49 | 20,921 |

М. П. С.

# ЖУРНАЛЪ

## ТЕХНИЧЕСКАГО СОВѢЩАНІЯ.

Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ.

**По Отдѣлу Водяныхъ и Шоссейныхъ Сообщеній**

*3 марта 1911 года.*

**№ 191.**

ПРЕДМЕТЪ ЖУРНАЛА:

**Разсмотрѣніе проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ и утилизаціи энергіи ихъ паденія.**

Предсѣдательствовалъ: Д. С. С. *Липинъ.*

Присутствовали: Д. С. С. *Ляхницкій.*
Колл. Сов. инж. *Калининъ.*
Д. С. С. инж. *Витте.*
Колл. Сов. инж. *Гельферъ.*
При участіи инженеровъ: *Рундо, Юскевича* и *Федорова.*

Докладывалъ: инж. *Б. Алексѣевъ.*

Разсматриваемый эскизный проектъ составленъ въ 1910 году по порученію Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ инженерами п. с. Рундо и Юскевичемъ и представляетъ попытку совмѣстить работы, необходимыя для обезпеченія нуждъ судоходства, съ утилизаціей энергіи паденія воды на протяженіи Днѣ-

провскихъ пороговъ. Такое заданіе заставило авторовъ проекта положить въ основу своей работы слѣдующіе принципы:

1) Для достиженія возможности правильнаго и достаточно интенсивнаго судоходства въ обѣ стороны необходимо обезпечить на всемъ протяженіи отъ Екатеринослава до Александровска надлежащую глубину и ширину судового хода, не допуская въ то же время нигдѣ слишкомъ большихъ скоростей теченія.

2) Для выгодной и возможно полной утилизаціи энергіи потока необходимо сконцентрировать силу его паденія въ немногихъ пунктахъ. Однако по мѣстнымъ условіямъ, приходится добавить еще 3-ье условіе, а именно:

3) необходимо стремиться къ возможному уменьшенію размѣровъ подтопа,—отъ дѣйствія гидротехническихъ сооруженій,—населенныхъ мѣстъ и цѣнныхъ угодій.

Исполненіе перваго пункта этого заданія не представляетъ, съ технической точки зрѣнія, особенныхъ трудностей, если примириться съ перерывомъ судоходства на нѣкоторое время весною, но пункты 2-й и 3-ій, вообще говоря, несовмѣстимы, и наилучшимъ рѣшеніемъ вопроса является лишь такая комбинація, которая менѣе всего отступаетъ отъ всей суммы требованій, предъявленныхъ къ проекту этими пунктами заданія.

Такое рѣшеніе предлагается авторами проекта въ слѣдующей схемѣ.

Въ четырехъ мѣстахъ шлюзуемаго участка возводятся сплошныя плотины, подпоръ которыхъ обезпечиваетъ судоходству надлежащую глубину въ бьефахъ при самыхъ низкихъ навигаціонныхъ горизонтахъ, не создавая въ то же время такого подтопа прибрежныхъ мѣстъ, который могъ бы вызвать серьезное недовольство среди населенія. Плотины эти, вообще говоря, располагаются *выше* крупныхъ пороговъ (Сурско-Лоханскаго, Ненасытецкаго, Волнигскаго и Вильнаго), какъ для уменьшенія высоты плотинъ, такъ, главнымъ образомъ, и во избѣжаніе подтопленія мѣстностей у самыхъ пороговъ, гдѣ преимущественно расположены селенія. Деривaціонные каналы, расположенные въ берегу и снабженные камерными шлюзами, служатъ для пропуска судовъ и для подведенія воды къ гидро-электрическимъ станціямъ, расположеннымъ въ нижнихъ частяхъ этихъ каналовъ, чтобы утилизировать не только паденіе воды на плотинѣ, но и дальнѣйшее паденіе на протяженіи порога, лежащаго непосредственно ниже плотины; такимъ образомъ напоръ, утилизируемый всѣми четырьмя станціями, достигаетъ при самыхъ высокихъ водахъ до 60%,

а при самыхъ низкихъ—до 95% всего паденія Днѣпра отъ Екатеринослава до нижняго бьефа послѣдняго сооруженія (у Вильнаго порога).

Главнымъ недостаткомъ расположенія плотинъ выше пороговъ является весьма значительная длина деривационныхъ каналовъ, какъ слѣдствіе необходимости расположить низовый выходъ канала ниже всего порога. При крутыхъ скалистыхъ берегахъ и значительной ширинѣ каналовъ (20—25 саж. по дну), обусловленной предѣльною допускаемою въ нихъ скоростью теченія, стоимость длинныхъ каналовъ весьма значительна; въ разсматриваемомъ проектѣ имѣются два варіанта устройства плотины и шлюза у Сурско-Лоханскихъ пороговъ; по первому варіанту плотина расположена выше порога и стоимость деривационнаго канала достигаетъ по смѣтѣ 4.035 тысячъ рублей; по второму варіанту плотина помѣщается ниже пороговъ и стоимость деривационнаго канала составляетъ всего 553 тысячи рублей. Однако, какъ указано выше, соображенія, связанныя съ подтопомъ жилыхъ мѣстъ, препятствуютъ отдать безусловное предпочтеніе второму варіанту.

Сѣченія деривационныхъ каналовъ выбраны такъ, чтобы средняя скорость теченія въ нихъ не превосходила 1,1 мтр./сек.=3,6 фут./сек., что соотвѣтствуетъ скорости на поверхности не болѣе 4,5 фут./сек.

Цифры эти выбраны на основаніи опыта нѣкоторыхъ заграничныхъ сооруженій (см. справку инж. Рундо въ приложеніи къ настоящему докладу); большія величины допускаемыхъ скоростей могли бы сильно затруднить судоходство, меньшія—потребовали бы значительнаго увеличенія сѣченія каналовъ, а, слѣдовательно, и ихъ стоимости.

Типы поперечнаго сѣченія каналовъ описаны въ печатномъ изданіи проекта, а потому докладчикъ считаетъ лишнимъ остановиться на этомъ вопросѣ. Глухія плотины имѣютъ длину по гребню отъ 320 саж. (Волнигская) до 570 саж. (Ненасытецкая), что опредѣляется исключительно шириною русла рѣки въ данномъ мѣстѣ, дабы по возможности уменьшить подпоръ весеннихъ водъ и, слѣдовательно, затопленіе береговъ.

Расчетъ кривыхъ подпора произведенъ по таблицамъ Толькмита и, отчасти, Рюльмана. Оказалось, что при весеннихъ горизонтахъ, превышающихъ отмѣтку + 0,80 саж. по Лоцманско-Каменскому водомѣрному посту (расходъ около 400 куб. саж./сек.) поверхностная скорость теченія на Звонецкомъ порогѣ можетъ доходить до 8 фут./сек., что, по мнѣнію автора проекта, слѣдуетъ считать предѣльной скоростью, допускающею взводное судоходство; однако, такой высокій

горизонтъ бывалъ не каждый годъ (за 27 лѣтъ съ 1881 по 1908 г. наблюдался въ 18 случаяхъ) и никогда не держался болѣе 51 дня, а въ среднемъ—24 дня. При средней продолжительности навигаціи около 250 дней возможность взводнаго судоходства обезпечена, стало быть, не менѣе, чѣмъ на 200 дней въ году. Для плотинъ предлагаются авторомъ проекта два типа:—одинъ,—болѣе дешевый,—въ видѣ желѣзо-бетонной плиты, наклонной къ горизонту подъ угломъ въ 45° и покоющейся на рядѣ желѣзо-бетонныхъ опоръ въ видѣ контрфорсовъ, и другой—въ видѣ массива изъ бетона со вкрапленными въ немъ глыбами гранита. Оба типа эти примѣнялись въ С.-Америкѣ. Однако, слѣдуетъ отмѣтить, что проектъ ограничивается расчетами устойчивости и прочности, способъ же производства работъ почти не затронутъ, и лишь въ смѣтѣ имѣется указаніе, что предполагается возводить плотины за песчаными перемычками, что, однако, можетъ оказаться весьма затруднительнымъ и дорогимъ.

Въ печатномъ изданіи проекта имѣются детальные расчеты и чертежи плотинъ, равно какъ и сравнительныя данныя о Сѣверо-Американскихъ плотинахъ подобныхъ типовъ.

Шлюзы проектированы парные; одинъ шлюзъ назначается для каравановъ, буксируемыхъ пароходами, и имѣетъ 90 саж. въ длину и 7,5 саж. и ширину, при глубинѣ на королѣ 8′=1.14 саж. Второй шлюзъ отличается лишь меньшею длиною—45 саж.—и служитъ для пропуска плотовъ и отдѣльныхъ пароходовъ.

Подпоры на шлюзахъ колеблются отъ 1,50 саж. до 2.74 саж. при высокихъ водахъ и отъ 2,80 саж. до 4,31 саж. при самыхъ низкихъ водахъ; при этомъ высота стѣнъ колеблется отъ 6,20 до 8,00 саж. Ворота предполагаются двухстворныя съ вертикальными осями вращенія. Пропускная способность шлюзовъ принята, согласно постановленія Инженернаго Совѣта отъ 5—29 октября 1894 года № 173 въ 1.500.000 пудовъ въ сутки въ каждую сторону при возахъ грузоподъемностью 100.000 пудовъ, т. е. не менѣе 15 пропусковъ въ каждую сторону, не считая нѣсколькихъ пропусковъ срочныхъ пароходовъ. Всѣ механизмы при шлюзахъ предполагается приводить въ дѣйствіе электрической энергіей, которая всегда можетъ доставляться за счетъ избытка мощности проектируемыхъ гидроэлектрическихъ установокъ.

Стоимость всѣхъ гидротехническихъ сооруженій исчислена въ печатной смѣтѣ.

## Соображенія докладчика.

Не останавливаясь болѣе на описаніи проекта, такъ какъ онъ изданъ съ достаточной полнотой и ясностью, докладчикъ считаетъ необходимымъ отмѣтить тѣ вопросы, которые, по его мнѣнію, разработаны въ проектѣ недостаточно полно или возбуждаютъ какія-либо сомнѣнія.

1) Расположеніе плотинъ ниже пороговъ представляетъ столь существенную выгоду и настолько облегчаетъ судоходство (вслѣдствіе сокращенія длины деривaціонныхъ каналовъ), что слѣдовало бы испробовать какія-либо мѣры къ уменьшенію при этомъ вліянія подтопа береговъ; напримѣръ, проектировать на протяженіи порога оградительныя стѣнки или дамбы; возможно, что такой варіантъ оказался бы наиболѣе выгоднымъ, такъ какъ стоимость погонной единицы подобной стѣнки, конечно, гораздо ниже стоимости такой-же единицы деривaціоннаго канала, безопасность же прибрежной полосы за стѣнкою можетъ быть вполнѣ обезпечена.

Предполагаемые въ проектѣ типы глухихъ плотинъ имѣютъ, конечно, санкцію опыта, но экономичность ихъ, при высокой стоимости цемента въ Россіи, остается недоказанной, а главное—возведеніе ихъ за песчанными перемычками представляется докладчику чрезвычайно труднымъ, почти невозможнымъ, такъ какъ неизбѣжно придется пропускать меженній расходъ (за вычетомъ 40—50 куб. саж., пропускаемыхъ деривaціоннымъ каналомъ) черезъ ту часть плотины, которая будетъ возведена въ первую очередь; это обстоятельство вызоветъ необходимость примѣненія весьма высокихъ (вѣроятно до 5 саж.) перемычекъ, далеко превосходящихъ размѣрами примѣнявшіяся на Днѣпрѣ до сихъ поръ. Поэтому докладчикъ считалъ бы необходимымъ разработать вопросъ о наивыгоднѣйшемъ типѣ плотинъ и о способѣ ихъ возведенія—въ видѣ особаго проекта, обоснованнаго достаточно полными и всесторонними изслѣдованіями строенія русла р. Днѣпра и распредѣленія скоростей потока въ намѣченныхъ живыхъ сѣченіяхъ. Въ настоящемъ же проектѣ назначеніе на устройство перемычекъ и водоотливъ 15% отъ стоимости плотинъ докладчикъ считаетъ слишкомъ произвольнымъ.

При выборѣ типа плотинъ интересно было попробовать примѣнить опытъ не только Американскихъ, но и Индійскихъ и Ассуанской плотинъ. При этомъ казалось бы полезнымъ устраивать въ толщѣ плотинъ сквозныя галлереи, какъ для уменьшенія объема кладки, такъ

и для удобнаго сообщенія между берегами; при большихъ размѣрахъ плотинъ галлереи эти могли бы служить даже для проѣзда экипажей.

3) Что казается условій судоходства при проектированныхъ сооруженіяхъ, то весьма желательно имѣть болѣе точные данныя о возможныхъ поверхностныхъ скоростяхъ теченія при разныхъ расходахъ р. Днѣпра. Авторъ проекта, конечно, не имѣлъ возможности (главнымъ образомъ по недостатку времени) освѣтить этотъ вопросъ достаточно полно, но при разработкѣ окончательнаго проекта самое серьезное вниманіе должно быть обращено именно на эту сторону дѣла.

Недостаточно установить, что 200 дней въ году среднія поверхностныя скорости будутъ вездѣ менѣе 8 фут. въ сек. Выгодность перевозки, а иногда и самая возможность пользоваться воднымъ путемъ предпочтительно передъ желѣзной дорогой, въ значительной степени зависятъ отъ виртуальной длины этого пути, считая виртуальной длиною такое протяженіе воднаго пути безъ всякаго теченія, какое данное судно прошло бы въ то же самое время, какъ и разсматриваемый путь, имѣющій нѣкоторую скорость теченія. Условія мѣстной промышленности и торговли, опредѣляющія распредѣленіе грузовъ по отдѣльнымъ періодамъ навигаціи, не всегда могутъ мириться съ пріостановкой правильнаго судоходства на полтора мѣсяца и, во всякомъ случаѣ, подобное обстоятельство придется учитывать при опредѣленіи нормъ обложенія за пользованіе шлюзованнымъ путемъ.

4) Шлюзы проектированы, какъ указано выше, парные, 7½ саж. отверстіемъ и 90+45 саж. длиною. Докладчикъ считаетъ нужнымъ отмѣтить, что на Волгѣ за послѣднее время появились товаро-пассажирскіе пароходы (Обществъ «Русь» и «Кавказъ и Меркурій») длиною до 45—50 саж. и шириною съ кожухами до 8,5—9,0 саж., поднимающіе на осадкѣ не свыше 11 четв. аршина до 60—80 тысячъ пудовъ груза и при этомъ успѣшно конкуррирующіе съ буксирными караванами въ перевозкѣ болѣе цѣнныхъ и срочныхъ грузовъ, даже хлѣба.

Принимая во вниманіе, что въ области Днѣпровскихъ пороговъ скорости теченія при шлюзованіи все же будутъ превосходить существующія на Средней и Нижней Волгѣ (вслѣдствіе значительнаго общаго паденія Днѣпра), можно предположить, что для Днѣпра провозка грузовъ не на баржахъ, а на большихъ пароходахъ будетъ имѣть еще больше шансовъ на быстрое развитіе. Поэтому докладчикъ считаетъ весьма желательнымъ приспособить малый шлюзъ къ про-

пуску такихъ большихъ пароходовъ, т. е. дать ему длину не менѣе 50 саж. и ширину воротъ не менѣе 8,5—9,0 саж.

5) Нѣкоторыя цифры смѣты на гидротехническія сооруженія вызываютъ сомнѣнія; такъ, напримѣръ, бетонная кладка желѣзо-бетонныхъ плотинъ расчитывается около 157 руб. за куб. саж. при составѣ 1:2:4 и даровомъ камнѣ; бутовая кладка устоевъ (при даровомъ камнѣ изъ выемки деривაціоннаго канала)—90 р. 55 к.; съ другой стороны, стоимость песчаныхъ перемычекъ, ограждающихъ мѣста возведенія плотинъ, и водоотлива, составляетъ въ среднемъ не болѣе 275—280 руб. съ 1 пог. саж. плотины, что, какъ указано выше, представляется весьма гадательнымъ и врядъ ли достаточнымъ при высотѣ перемычекъ до 4—5 саж.

Въ виду такихъ соображеній, докладчикъ не считаетъ возможнымъ сколько нибудь точно фиксировать смѣтную стоимость будущихъ сооруженій и предлагаетъ принять ее приблизительно, въ круглыхъ цифрахъ,—около 25 милл. рублей (включая сюда отчужденіе земель, около 10% на непредвидѣнные расходы и около 4% на администрацію работъ). Однако, цифра эта можетъ чувствительно измѣниться въ зависимости отъ результатовъ изслѣдованій ложа Днѣпра въ мѣстахъ расположенія плотинъ.

## Соображенія техническаго совѣщанія.

Продолжительныя пренія вызвалъ вопросъ о расположеніи плотинъ выше или ниже пороговъ, причемъ большинство голосовъ Совѣщанія признавали, что расположеніе плотины *ниже* порога несомнѣнно заслуживаетъ предпочтенія, такъ какъ при этомъ устраняется необходимость устройства деривაціонныхъ каналовъ значительной длины съ большой скоростью теченія, обусловленной тѣмъ, что каналы эти, кромѣ судоходнаго назначенія, должны служить и для подведенія къ гидравлическимъ установкамъ всего требующагося для нихъ расхода воды. Полученная при принятомъ живомъ сѣченіи канала скорость въ 4½ фута на поверхности признавалась Техническимъ Совѣщаніемъ слишкомъ большой для судоходнаго канала. Однако, въ виду особыхъ мѣстныхъ условій (особеннс расположенія большихъ селеній у самыхъ пороговъ) Совѣщаніе не находило возможнымъ принять опредѣленное рѣшеніе по этому вопросу до производства дополнительныхъ изслѣдованій и составленія новыхъ эскизныхъ варіан-

товъ расположенія сооруженій. Далѣе, Совѣщаніе обратило особое вниманіе на то, что каналы служатъ одновременно какъ для судоходства, такъ и для пропуска плотовъ, имѣя ширину 20—25 саж. и радіусъ закругленія въ планѣ—200 саж.

Нѣкоторые Члены Совѣщанія, не возражая противъ допущенія въ отдѣльности на короткихъ участкахъ искусственнаго пути или такой скорости теченія, или такой кривизны хода, находили нежелательнымъ совмѣщеніе того и другого затрудненія судоходству въ одномъ каналѣ, и высказывали пожеланіе о разработкѣ такого варіанта, гдѣ судоходные каналы были бы отдѣлены отъ каналовъ, подводящихъ воду къ тюрбинамъ.

Авторъ проекта, инж. Рундо, не отрицая возможности новыхъ варіантовъ расположенія плотинъ ниже пороговъ, относительно раздѣленія деривaціонныхъ каналовъ, приводитъ справку (приложенную къ настоящему докладу), изъ которой явствуетъ, что общій для судоходства и питанія тюрбинъ каналъ со скоростью теченія и радіусами закругленія не менѣе допущенныхъ въ проектѣ—не представляетъ единственнаго случая въ Европейской практикѣ.

Относительно возможности одновременнаго судоходства и плотоходства въ каналѣ шириною 20—25 саж., что нѣкоторыми Членами Совѣщанія признавалось недопустимымъ, Управляющій Эксплоатаціоннымъ Отдѣломъ Управленія Н. А. Агаревъ, указалъ, что на Приладожскихъ каналахъ, шириною всего 12 саж., подобное движеніе иногда совершается, не вызывая особыхъ затрудненій, особенно если плоты идутъ на буксирѣ парохода. На это было, однако, сдѣлано возраженіе, что Приладожскіе каналы не имѣютъ уклона, а потому представляютъ совершенно иныя условія движенія.

Что касается устройства плотинъ, то Совѣщаніе соглашалось съ мнѣніемъ докладчика о необходимости особо разработать способъ производства работъ, а сверхъ того, въ виду избытка камня изъ выемки деривaціонныхъ каналовъ, выразило мнѣніе, что каменныя (бутовой кладки) плотины могутъ оказаться дешевле бетонныхъ и желѣзо-бетонныхъ, почему весьма желательно сдѣлать и такой варіантъ; при этомъ необходимо предусматривать возможность подмыва плотинъ съ низовой стороны дѣйствіемъ сильнаго перепада, и принять какія-либо мѣры къ уничтоженію этой опасности. Наконецъ, вопросъ объ основаніяхъ плотинъ требуетъ тщательнаго изслѣдованія буреніемъ ложа рѣки въ виду возможныхъ крупныхъ трещинъ или слабыхъ прослойковъ въ скалистыхъ породахъ, составляющихъ это ложе.

Типы оградительныхъ стѣнокъ деривaціонныхъ каналовъ не встрѣтили возраженій Совѣщанія.

Разсмотрѣвъ типы шлюзовъ, Совѣщаніе нашло пожеланія докладчика объ уширеніи и удлиненіи малаго шлюза преувеличенными, тѣмъ болѣе, что нѣтъ никакихъ основаній считать необходимымъ при судоходной глубинѣ въ 10 четвертей употребленіе непремѣнно колесныхъ пароходовъ, а не винтовыхъ; однако, имѣя въ виду, что за послѣднее время для ряда шлюзованныхъ системъ Россіи (Ока, С. Донецъ, Донъ, Шексна) устанавливалась Совѣщаніемъ однобразная ширина шлюзныхъ воротъ—8 саж. въ свѣту,—какъ наиболѣе удовлетворяющая потребностямъ судоходства въ настоящемъ и близкомъ будущемъ— Совѣщаніе высказалось за установленіе той же нормы и въ данномъ случаѣ, опредѣливъ размѣры шлюзовъ въ: 90 × 8 саж. и 45 × 8 саж. при глубинѣ на короляхъ, согласно проекту, 8′=1,14 саж.

Въ остальныхъ отношеніяхъ типовые чертежи шлюзовъ не вызвали никакихъ возраженій Членовъ Совѣщанія.

## Заключеніе Техническаго Совѣщанія.

Разсмотрѣвъ проектныя данныя и имѣя въ виду изложенныя въ настоящемъ журналѣ соображенія, Техническое Совѣщаніе пришло къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1. При разработкѣ детальнаго проекта принять во вниманіе изложенныя соображенія Техническаго Совѣщанія и дальнѣйшіе пункты 2—4 настоящаго заключенія.

2. Для окончательнаго выбора мѣстъ расположенія сооруженій произвести дополнительныя изслѣдованія и подсчеты съ цѣлью выясненія наивыгоднѣйшей комбинаціи всѣхъ факторовъ, опредѣляющихъ этотъ выборъ мѣстъ.

3. При составленіи детальнаго проекта глухихъ плотинъ—обратить особое вниманіе на выясненіе наилучшихъ способовъ возведенія этихъ сооруженій, въ зависимости отъ результатовъ необходимаго подробнаго изслѣдованія свойствъ потока и рѣчного ложа въ выбранныхъ для постройки мѣстахъ. Разработать типъ плотины изъ бутовой кладки и, если окажется выгоднымъ, со сквозными галлереями вдоль плотины для сообщенія между обоими берегами рѣки; при этомъ обратить вниманіе на обезпеченіе плотинъ отъ подмыва съ низовой стороны дѣйствіемъ перепада воды.

4. При окончательномъ проектированіи шлюзовъ принять размѣръ шлюзныхъ камеръ не менѣе—90×8 саж. и 45×8 саж. при глубинѣ на короляхъ не менѣе 1,14 саж.

5. Настоящій эскизный проектъ представить на разсмотрѣніе Инженернаго Совѣта.

## Дополнительная справка къ журналу Техническаго Совѣта отъ 3 марта 1911 г. № 191.

Въ дополненіе данныхъ, изложенныхъ на стр. 67—73 печатнаго проекта, поясняющихъ соображенія, коими составители проекта руководствовались при расчетѣ площади поперечнаго сѣченія деривaціонныхъ каналовъ, а равно при трассированіи плана означенныхъ каналовъ, считаю необходимымъ указать нижеслѣдующее:

Наибольшее значеніе (для разныхъ подпорныхъ горизонтовъ (средній скорости теченія въ деривaціонныхъ каналахъ $Vm = 0{,}51$ саж./сек. $= 1{,}09$ метр./сек. признается допустимымъ не только для каналовъ, подводящихъ воду къ гидроэлектрическимъ станціямъ, но и для судоходныхъ каналовъ. Такъ, въ судоходныхъ каналахъ новѣйшихъ установокъ Vizzola и Turbigo подобныя скорости допущены при значительно меньшихъ размѣрахъ каналовъ *); въ каналѣ Vizzola, шириной по дну 11—13,5 метр., средняя скорость теченія составляетъ 1,13—1,345 метр./сек.; въ каналѣ Turbigo, шириной по дну 22 метра, средняя скорость доходитъ до 1,09 метр./сек.

Если даже допустить, что сама по себѣ такая скорость теченія могла бы затруднить движеніе судовъ въ каналѣ, то приданіемъ каналу въ наиболѣе узкихъ частяхъ ширины по дну 25 саж., вредное вліяніе таковой скорости представляется парализованнымъ, такъ какъ свободное расхожденіе судовъ, а равно управленіе плотами въ каналѣ столь значительной ширины является въ достаточной степени обезпеченнымъ. Для справки позволю себѣ указать, что для расхожденія двухъ судовъ, шириною 10 метр., признается вообще достаточной ширина по дну 22 метра **)—примѣръ: каналъ Elbe-Trave. Согласно проекту переустройства Приладожскихъ каналовъ для обезпеченія прохода по каналамъ большемѣрныхъ маріинскихъ судовъ предположено уширить каналѣ по дну на 3 саж., т. е. довести ихъ ширину до 15 саж.

Въ проектѣ шлюзованія рѣки Сѣвернаго Донца ширина каналовъ по дну принята равной 15 саж. съ наименьшимъ радіусомъ закругленій—100 саж. (въ нашемъ проектѣ 200 саж.), при чемъ предполо-

*) Th. Koehn. Ausbau von Wasserkraeften. S. 780.

**) Handb. d. Ing. Wissensch. III Teil. Band V. S. 171.

жено, что черезъ каналъ этой ширины въ прямыхъ его участкахъ будутъ проходить два ряда судовъ шириной 6 саж. Для судовъ же предѣльной длины 46,5 саж. и 7 саж. ширины при радіусѣ закругленій канала 100 саж., уширеніе его по дну исчислено въ 5,22 саж. т. е. необходимая ширина канала по дну въ 20,22 саж.

На основаніи вышеизложеннаго полагаю, что при устройствѣ деривaціонныхъ каналовъ допущеннаго нами сѣченія и формы въ планѣ безпрепятственное движеніе судовъ и плотовъ въ шлюзованной части Днѣпра будетъ въ достаточной степени обезпечено, принимая же во вниманіе весьма большую величину отношенія площади сѣченія канала къ площади миделя судна, надлежитъ полагать, что и въ отношеніи эксплоатаціонныхъ расходовъ на тягу судовъ принятый типъ каналовъ не представляется нераціональнымъ.

Инженеръ *А. Рундо.*

М. П. С.

# ЖУРНАЛЪ
## ТЕХНИЧЕСКАГО СОВѢЩАНІЯ.

Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ.

**По отдѣлу водяныхъ и шоссейныхъ сообщеній.**

*12 мая 1911 года.*

**№ 192.**

---

ПРЕДМЕТЪ ЖУРНАЛА:

**Проектируемыя гидроэлектрическія установки на Днѣпровскихъ порогахъ.**

Предсѣдательствовалъ: Д. С. С. инж. *Мерчингъ.*

Присутствовали: Д. С. С. инж. *Ляхницкій.*
Колл. Сов. инж. *Калининъ.*
Д. С. С. инж. *Витте.*
Колл. Сов. инж. *Гельферъ.*
При участіи инженеровъ: *С. С. Юргевича и Юскевича.*

Докладывалъ: инж. *Б. Алексѣевъ.*

У каждаго изъ 4-хъ проектируемыхъ сооруженій предполагается помѣстить гидроэлектрическія станціи, способныя развивать при самыхъ невыгодныхъ условіяхъ не менѣе:

| | | |
|---|---|---|
| Сурская . . . . . . . . . | 19.920 | лош. силъ. |
| Ненасытецкая . . . . . . | 29.800 | » » |
| Волнигская . . . . . . . . | 30.880 | » » |
| Вильная . . . . . . . . | 28.000 | » » |
| А всего. . | 108.600 | лош. силъ. |

Колебанія рабочихъ напоровъ тюрбинъ въ зависимости отъ стоянія горизонта воды ясно видны на прилагаемомъ схематическомъ профилѣ. Необходимый для тюрбинъ расходъ равняется 340 куб. метр./сек. при самой низкой водѣ и 500—860 куб. метр./сек. для разныхъ станцій при самой высокой водѣ.

Проектъ предлагаетъ установку малонапорныхъ реакціонныхъ радіальныхъ тюрбинъ Фрэнсиса, мощностью въ 2.000 и 3.000 лош. силъ при трехъ ярусахъ колесъ на общей оси. На станціяхъ Волнигской и Вильной предполагается установить тюрбины двухъ типовъ въ виду весьма значительныхъ колебаній дѣйствующаго напора.

Расчетъ основныхъ элементовъ и детали устройства тюрбинъ имѣются въ печатномъ проектѣ. Непосредственно на валу тюрбинъ помѣщаются электромагниты генераторовъ трехфазнаго тока съ напряженіемъ у борновъ около 5.000 вольтъ. Напряженіе затѣмъ повышается до 66.500—69.500 вольтъ и передается по воздушнымъ проводамъ, подвѣшеннымъ на стальныхъ мечтахъ, въ центры потребленія энергіи: Екатеринославъ, Нижне-Днѣпровскъ и Запорожье,—гдѣ вновь понижается до напряженія въ 5.000 вольтъ и поступаетъ въ мѣстную линію. По исчисленію автора проекта стоимость 1 килоуатто-часа, включая погашеніе первоначальной стоимости всего гидроэлектрическаго устройства въ суммѣ около 30.880.000 рублей, составитъ всего 1,18 коп., а стоимость 1 силы-часа—0,87 коп.

## Соображенія докладчика.

Въ вопросѣ о гидроэлектрическихъ установкахъ докладчикъ не находитъ существенныхъ возраженій противъ основныхъ предложеній проекта, касающихся выбора типовъ и способовъ установки машинъ, линій передачи и распредѣлительныхъ приспособленій, входить же въ детальное разсмотрѣніе проектныхъ данныхъ казалось бы ему преждевременнымъ, такъ всѣ эти работы, очевидно, войдутъ во вторую очередь, и детали исполнительнаго проекта будутъ зависѣть отъ того, въ какомъ видѣ будутъ осуществлены гидротехническія сооруженія.

Во всякомъ случаѣ, цѣль настоящаго эскизнаго проекта—дать схему соединенія гидротехническихъ сооруженій съ гидроэлектрическими установками и приблизительную стоимость такихъ работъ—исполнена авторами проекта, по мнѣнію докладчика, вполнѣ удовлетворительно. Единственно, что не можетъ считаться достаточно обоснованнымъ и требуетъ дополнительныхъ изслѣдованій, это вопросъ

о возможной доходности гидроэлектрическихъ станцій; однако, при постепенномъ ихъ развитіи въ теченіе нѣскихъ лѣтъ, по мѣрѣ повышенія спроса на электрическую энергію, безубыточность предпріятія можетъ, повидимому, считаться обезпеченной.

## Соображенія техническаго совѣщанія.

Открывая засѣданіе, предсѣдательствующій, профессоръ Г. К. Мерчингъ, предложилъ Совѣщанію обсудить, главнымъ образомъ, вопросъ о томъ, насколько проектируемыя гидроэлектрическія установки соотвѣтствуютъ предположеннымъ гидротехническимъ сооруженіямъ, т. е., будутъ ли онѣ всегда обезпечены достаточнымъ количествомъ воды, удачно ли распредѣляются дѣйствующіе напоры на тюрбинныхъ станціяхъ, и т. п.

Общее расположеніе станцій не встрѣтило существенныхъ возраженій.

Принятыя въ проектѣ колебанія напоровъ на тюрбинныхъ станціяхъ вызываютъ установку тюрбинъ 2 типовъ, для большихъ и меньшихъ напоровъ. Такъ какъ такое устройство вызываетъ потребность въ установкѣ значительнаго числа запасныхъ тюрбинъ и генераторовъ, то Совѣщаніе признало весьма желательнымъ разработать варіантъ этихъ станцій съ паровымъ резервомъ. Далѣе, Совѣщаніе не нашло возраженій противъ примѣненія для передачи энергіи трехфазнаго тока съ 50 періодами и напряженіемъ около 65.000 вольтъ, такъ какъ опытъ ряда существующихъ за границей установокъ позволяетъ считать такое напряженіе допустимымъ при надлежащей технической конструкціи линій даже при невыгодныхъ метеорологическихъ условіяхъ, трехфазный же токъ даетъ экономію въ сѣченіяхъ мѣдныхъ проводовъ и успѣшно примѣняется для двигателей промышленныхъ предпріятій, а равно и для освѣщенія; наконецъ, въ случаѣ поврежденія одного провода, потребители энергіи все же будутъ имѣть возможность пользоваться одной фазой тока. Относительно сбыта энергіи Начальникъ Кіевскаго Округа п. с. инж. Юргевичъ заявилъ, что, по его мнѣнію, нельзя расчитывать на потребленіе этой энергіи крупными заводами, по крайней мѣрѣ въ первое время, мелкіе же заводы, работающіе круглый годъ, вѣроятно, охотно начнутъ переходить на электродвигатели; въ частности, энергія Вильной станціи

можетъ найти сбытъ въ гор. Александровскѣ, что проектомъ не предусмотрѣно, но служитъ предметомъ особаго изслѣдованія въ настоящее время. Поэтому инж. Юргевичъ считаетъ наиболѣе раціональнымъ начать организацію дѣла постройкой одной или двухъ станцій, разсчитывая на сбытъ не болѣе того количества энергіи, которое опредѣляется вышеуказанной минимальной мощностью этихъ станцій за круглый годъ, возможный же избытокъ энергіи въ теченіе ок. 3/4 года можетъ быть пущенъ въ продажу лишь впослѣдствіи.

Перейдя далѣе къ вопросу объ устройствѣ линіи передачи энергіи, Совѣщаніе нашло необходимымъ отмѣтить, что устойчивость проектированныхъ стальныхъ мачтъ недостаточно обезпечена (желательно коэфф. устойчивости на опрокидываніе не менѣе 2,00, для случая обрыва всѣхъ проводовъ одного пролета и обледенѣнія проводовъ сосѣднихъ пролетовъ), допущенное давленіе на грунтъ подъ фундаментами мачтъ (1,85 клгр./см.$^2$) нѣсколько велико, и напряженіе матеріала самыхъ мачтъ (допущенное до 1.200—1.250 клгр/см.$^2$ на изгибъ) излишне высоко. Напряженіе на разрывъ мѣдныхъ проводовъ не должно превосходить нормъ, установленныхъ для сего Инженернымъ Совѣтомъ (въ проектѣ допущено 1.500 клгр./см.$^2$), причемъ повѣрку этого напряженія Совѣщаніе находило бы достаточнымъ произвести для случая урагана при температурѣ—20 °С. и для случая обледенѣнія проводовъ при температурѣ—5 °С. и отсутствіи вѣтра, имѣя въ виду заявленіе Начальника Кіевскаго Округа п. с., что въ Днѣпровскомъ бассейнѣ такія метеорологическія условія являются крайними, на которыя должно быть расчитано сооруженіе.

Какъ средство уменьшить разрывающія усилія въ проводахъ предлагалось допустить нѣсколько большій провѣсъ проводовъ или уменьшеніе пролетовъ, насколько это окажется выгоднымъ.

Для болѣе точнаго выясненія размѣровъ возможнаго по мѣстнымъ условіямъ обледенѣнія проводовъ, Совѣщаніе находило бы нужнымъ собрать надлежащія данныя непосредственныхъ наблюденій.

Наконецъ, какъ средство до извѣстной степени гарантировать потребителей энергіи отъ полнаго прекращенія подачи тока вслѣдствіе одновременнаго обрыва всѣхъ проводовъ линіи, проф. Мерчингъ предложилъ, на основаніи опыта г. Цюриха, разбить линію на двѣ параллельныя вѣтви, проходящія на значительномъ разстояніи (15—20 килом.) одна отъ другой, и по возможности въ мѣстностяхъ, не одинаковыхъ по метеорологическимъ условіямъ.

## Заключеніе Техническаго Совѣщанія.

Заслушавъ докладъ по эскизному проекту гидроэлектрической установки на Днѣпровскихъ порогахъ, Техническое Совѣщаніе пришло къ заключенію, что означенный эскизный проектъ представляется технически исполнимымъ. По отношенію же къ частностямъ проекта Техническое Совѣщаніе признало необходимымъ обратить вниманіе на нижеслѣдующее:

1. Для гидроэлектрическихъ станцій у Вильнаго и Волнигскаго пороговъ необходимо составить при разработкѣ детальнаго проекта параллельный варіантъ съ устройствомъ парового резерва, взамѣнъ проектированныхъ нынѣ запасныхъ тюрбинъ малаго напора.

2. Разрывное усиліе для проводовъ передаточной линіи можетъ быть расчитано для невыгоднѣйшаго изъ двухъ предположеній случая: урагана при морозѣ—20° безъ обледенѣнія, и при обледенѣніи, размѣръ котораго долженъ быть опредѣленъ по даннымъ непосредственныхъ наблюденій для мороза въ—5° и безъ вѣтра.

3. Поддерживающія мачты должны быть расчитаны на случай обрыва всѣхъ проводовъ одного пролета согласно предыдущаго пункта, причемъ напряженіе стали не должно превосходить 10 кил./мм$^2$, и коэффиціентъ сопротивленія опрокидыванію долженъ быть не меньше 2.

4. По всѣмъ остальнымъ нормамъ проектъ долженъ удовлетворять нормамъ, установленнымъ Инженернымъ Совѣтомъ.

М. П. С.

# ЖУРНАЛЪ

## ТЕХНИЧЕСКАГО СОВѢЩАНІЯ

## Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шоссейныхъ дорогъ.

**По отдѣлу водяныхъ и шоссейныхъ сообщеній.**

*31 января, 1, 7, 8, 9, 10 и 18 февраля 1912 года.*

## № 23.

ПРЕДМЕТЪ ЖУРНАЛА:

**Проектъ шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ (варіантъ Кіевскаго Округа путей сообщенія).**

Предсѣдательствовалъ: Д. С. С. *Липинъ.*

Присутствовали: Ст. Сов. *Калининъ,* Тайн. Сов. *Бушмакинъ,* Д. С. С. *Мерчингъ,* Д. С. С. *Ляхницкій,* Д. С. С. *Витте,* Колл. Сов. *Водарскій.*

Приглашенныя лица:

Инженеры: *Л. В. Юргевичъ, И. А. Розовъ, О. О. Тейхманъ, А. М. Рундо, Д. И. Юскевичъ.*

Докладывалъ: инж. *Б. Алексѣевъ.*

Авторъ проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ, разсматривавшагося Техническимъ Совѣщаніемъ 3 марта 1911 года, инж. А. М. Рундо, не могъ имѣть въ своемъ распоряженіи достаточно точныхъ съемокъ для подсчета стоимости отчужденія затопляемыхъ дѣй-

ствіемъ плотинъ, земель и угодій, и не имѣлъ никакихъ данныхъ о характерѣ и глубинѣ залеганія коренныхъ скалистыхъ породъ въ руслѣ Днѣпра. Эти данныя были добыты дополнительными изысканіями и буреніемъ, произведенными Кіевскимъ Округомъ п. с. въ теченіе 1911 года, и дали основаніе Начальнику Округа инж. Юргевичу и Начальнику Екатеринославскаго участка инж. Розову разработать новый варіантъ расположенія сооруженій, болѣе соотвѣтствующій этимъ новымъ даннымъ, а также и тѣмъ указаніямъ, какія даны были Техническимъ Совѣщаніемъ при разсмотрѣніи проекта инж. Рундо

Эти указанія Техническаго Совѣщанія сводились къ слѣдующему:

1) Расположеніе плотинъ ниже пороговъ заслуживаетъ предпочтенія въ виду уменьшенія длины деривационныхъ каналовъ.

2) Скорость на поверхности деривационныхъ каналовъ въ $4^1/_2$ ф. въ секунду слишкомъ велика и можетъ весьма затруднять судоходство. Поэтому судоходные каналы предпочтительнѣй отдѣлить отъ каналовъ, подводящихъ воду къ тюрбинамъ.

3) Одновременное движеніе плотовъ и судовъ въ каналахъ шириною 20—25 саж., при закругленіяхъ радіусомъ 200 саж. и при большихъ скоростяхъ теченія является опаснымъ.

4) Необходимъ варіантъ устройства плотинъ изъ бутовой кладки со сквозными галлереями для сообщенія между обоими берегами.

5) Должны быть приняты мѣры къ устраненію подмыва плотинъ съ низовой стороны.

6) Въ основаніяхъ плотинъ необходимо изучить при помощи буренія характеръ залеганія скалы.

7) Шлюзныя камеры должны имѣть размѣры $90 \times 8$ саж. и $45 \times 8$ при глубинѣ на короляхъ въ 1,14 саж.

8) Особенное вниманіе необходимо обратить на разработку способа производства работъ по постройкѣ плотинъ.

Кромѣ этихъ указаній Техническаго Совѣщанія, составителями варіанта было обращено вниманіе еще на два вопроса,—это, во-первыхъ—устраненіе затопленія части г. Екатеринослава и, во-вторыхъ—возможное уменьшеніе несудоходнаго періода во время весенняго половодья.

Исходя изъ принципа, что при естественномъ затопленіи какой-либо площади $A$ и искусственномъ, вызванномъ постройкой сооруженія, площади $B$, придется платить за отчужденіе всей площади $A + B$, составители варіанта опредѣлили стоимость отчужденій близъ г. Екатеринослава, въ предѣлахъ между устьемъ р. Самары и с. Каменскимъ, куда будетъ доходить подпорная кривая согласно проекту инж. Рундо и Юскевича, въ суммѣ свыше 16 милл. рублей.

Инженеры Юргевичъ и Розовъ полагали, что столь большое отчужденіе общественныхъ и частныхъ владѣній врядъ ли практически осуществимо, разъ оно вызывается не безусловной необходимостью, въ интересахъ судоходства, а лишь стремленіемъ утилизировать возможно полнѣе гидравлическую энергію потока; поэтому въ составленномъ ими варіантѣ кривая подпора не доходитъ до г. Екатеринослава и уже у устья р. Самары подпоръ не превышаетъ 0,06 саж.

Перерывъ судоходства при высокихъ весеннихъ водахъ является слѣдствіемъ того, что при большихъ расходахъ р. Днѣпра въ нѣкоторыхъ, особенно стѣсненныхъ скалами участкахъ рѣки,—даже и послѣ шлюзованія могутъ существовать весьма значительныя поверхности скорости, препятствующія взводному судоходству. Путемъ расположенія одной изъ плотинъ (Федоровской) ниже самой затруднительной такой тѣснины и устройства Кичкасскаго обходнаго канала, а также примѣненіемъ, для вычисленія кривыхъ подпора, формулы Рюлльмана съ поправкой Толльмана, согласно указанія въ послѣднемъ изданіи таблицъ Вейрауха (Hydraulisches Rechnen). и исчисленіемъ скоростей теченія непосредственно по площадямъ живыхъ сѣченій подпертаго потока, а не по поверхностному уклону и средней глубинѣ, какъ дѣлалъ инж. Рундо,—предѣльный для судоходства горизонтъ удается повысить до+2,00 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста, вмѣсто горизонта около+1,00 саж., какъ было принято въ проектѣ инж. Рундо. Наибольшая продолжительность прекращенія навигаціи составляетъ при этомъ всего лишь 16 дней *), средняя—2 дня. За 33-лѣтній періодъ съ горизонтами свыше+2,00 саж. наблюдалось только 6 лѣтъ.

Схема разсматриваемаго варіанта такова:

Подъемы воды въ порожистой части достигаются четырьмя глухими плотинами, три изъ которыхъ поставлены ниже пороговъ—Лоханскаго, Ненасытецкаго и Вильнаго, четвертая же помѣщена у с. Федоровки, въ концѣ длинной и узкой тѣснины, черезъ которую проходитъ русло рѣки. Самая верхняя изъ плотинъ—Лоханская—имѣетъ значительную длину и сравнительно низкій гребень съ под-

---

*) Вмѣсто 71 дня по проекту инж. Рундо.

Считая необходимымъ ввести поправку: если, не измѣняя расположенія сооруженій по моему проекту, примѣнить лишь измѣненный методъ гидравлическаго расчета, какъ это сдѣлано авторами варіанта, то предѣльный для судоходства горизонтъ будетъ+1,20, а наибольшая продолжительность навигаціи составитъ *не 71 день*, какъ здѣсь указано, а *всего лишь 29*. Инженеръ Рундо.

поромъ, доходящимъ лишь до Кайдакскаго порога. Для прохода судовъ черезъ послѣднiй проектированъ особый шлюзъ съ каналомъ, расположеннымъ въ самой рѣкѣ. Всякое повышенiе гребня Лоханской плотины по вычисленiямъ авторовъ проекта вызвало бы затопленiе части г. Екатеринослава и прилегающихъ къ нему селенiй весенними водами.

Ниже послѣдняго изъ пороговъ—Вильнаго—проектированы работы по улучшенiю судового русла до г. Александровска, откуда начинается уже улучшенный участокъ Нижняго Днѣпра. Эти работы состоятъ въ расчисткѣ скалистыхъ залеганiй, закрытiи боковыхъ протоковъ и, главнымъ образомъ, въ устройствѣ весенняго обходнаго шлюзованнаго канала у Кичкасскаго ущелья, гдѣ, благодаря весьма малой ширинѣ рѣки (около 90 саж.), весной развиваются скорости, доходящiя до 3 саж. въ секунду. Переходъ судового движенiя въ обходный каналъ намѣченъ при горизонтѣ около 1,00 саж. *), когда поверхностныя скорости начинаютъ здѣсь достигать 1,00 саж. въ секунду.

Глухiя плотины проектированы изъ гранитной кладки съ облицовкой гребня тесанымъ камнемъ. Задняя грань ихъ очерчена по плавной кривой. Въ массивѣ плотины устроенъ сквозной проходъ отв. 1,20× 1,00 саж. для сообщенiя между обоими берегами. Въ цѣляхъ предупрежденiя подмыва плотинъ переливающейся водой проектированъ широкiй флютбетъ частью изъ бутовой кладки, частью изъ наброски крупныхъ камней. Ему придана форма поперечнаго лотка для лучшаго поглощенiя живой силы воды и предохраненiя его отъ непосредственныхъ ударовъ струи.

Шлюзы и турбинныя зданiя расположены по разнымъ сторонамъ плотинъ съ отдѣльными продольными, подводящими воду, каналами. Только у одной Вильной плотины они помѣщены рядомъ,—но и здѣсь оба канала совершенно отдѣлены другъ отъ друга. Такимъ образомъ, по судоходнымъ каналамъ направляется лишь то количество воды, которое необходимо для шлюзованiя судовъ и плотовъ, что создаетъ почти полное отсутствiе здѣсь теченiя.

Ширина судоходныхъ каналовъ по дну—30 саж., наименьшiй радiусъ кривизны—250 саж. Передъ шлюзами имѣются расширенные прямые участки, длиной въ 90 саж. Ниже шлюзовъ расположены бассейны для отстаиванiя судовъ. Оградительныя стѣнки проектированы частью изъ каменной наброски, частью изъ мощеныхъ земляныхъ

*) По Лоцманско-Каменской рейкѣ.

дамбъ. Бечевники назначены на трехъ горизонтахъ по обѣимъ сторонамъ каналовъ.

Устройство шлюзовъ принято то же, что и по проекту инж. Рундо, съ увеличеніемъ лишь ширины ихъ до 8 саж.

Къ турбиннымъ зданіямъ вода подводится черезъ особые бассейны, устроенные въ берегахъ рѣки. Входная рѣшетка расположена по линіи берега, самыя же турбинныя зданія—ниже плотинъ, въ концѣ бассейновъ. Устройство ихъ предположено тождественное съ намѣченнымъ по проекту инж. Юскевича. Всѣ турбинныя станціи помѣщены на лѣвомъ берегу рѣки, и переходъ линіи проводовъ черезъ р. Днѣпръ необходимъ, такимъ образомъ, лишь въ одномъ мѣстѣ—у гор. Екатеринослава.

Опредѣленіе кривыхъ подпора произведено по способу Толльмана—Рюльмана и Дюпюи. Согласно съ полученными результатами вычисленій, величина утилизируемаго на всѣхъ 4 станціяхъ напора опредѣлилась:—для низкой воды въ 13,91 саж. или 95% отъ общаго меженняго паденія рѣки и для высокой воды—въ 7,73 саж. или 62% отъ общаго весенняго паденія рѣки *). Минимальная общая мощность всѣхъ станцій 101.660 лош. силъ, т. е. на 6950 силъ менѣе, чѣмъ по проекту инж. Юскевича. Это ухудшеніе всецѣло падаетъ на Лоханскую станцію, мощность же остальныхъ станцій, наоборотъ, повышена и самая работа ихъ находится въ лучшихъ условіяхъ. Такъ, на Вильной станціи необходимый въ весеннее время эксплоатируемый расходъ воды пониженъ на 8%, на Федоровской (Волгинской)—на 20% и только на Ненасытецкой станціи онъ повысился на 2%.

Способъ производства работъ по постройкѣ плотинъ авторами проекта предлагается слѣдующій:

Каждая плотина строится въ два рабочіе періода. Въ первый періодъ песчаной перемычкой ограждается пространство, достаточное для постройки части плотины, длиною въ 70—80 саж. отъ берега. Для меженняго теченія такое стѣсненіе русла является несущественнымъ и поэтому перемычка проектирована обычнаго при скалоуглубительныхъ работахъ типа, съ отклоняющими теченіе щитами впереди. Въ огражденномъ пространствѣ плотина строится на полную высоту, при чемъ въ ней оставляются перекрытыя сводами отверстія шириной по 5 саж. и высотой до 2,75 саж. Разстояніе между отверстіями—3½ саж.

*) Считая все паденіе порожистой части р. Днѣпра отъ верхней части Старо-Кайдакскаго порога до нижней части Вильнаго порога 14,62 саж. при самой низкой водѣ и 12,47 саж. при самой высокой водѣ.

По расчету составителей проекта семь такихъ отверстій могутъ пропускать, при скоростяхъ около 1,6 саж./сек. и подпорѣ около 0,40 саж., 125 куб. саж. въ секунду, до какой величины падаетъ обыкновенно расходъ воды въ р. Днѣпрѣ къ 15 іюня—1 іюля. Въ исключительные годы долгаго стоянія высокихъ водъ расходъ воды въ р. Днѣпрѣ можетъ оказаться къ этому времени до 200 куб. саж. *), и при пропускѣ этого количества воды подпоръ повысится до 0,70 саж. и скорости до 2,5 саж./сек. Одновременно съ постройкой первой части плотины строится судоходный каналъ и шлюзы.

Во второй рабочій періодъ перемычкой ограждается остальная часть плотины, при чемъ системой щитовыхъ сооруженій теченіе отводится къ отверстіямъ въ готовой уже части. Перемычка проектирована глиняная между двумя рядами особаго вида козелъ, обшитыхъ досками. Въ огражденномъ пространствѣ строится—опять же на полную высоту—вся остальная часть плотины.

По окончаніи этихъ работъ необходимо задѣлать отверстія въ первой части плотины бутовой кладкой. Для этой цѣли предположено по гребню плотины и по ея сливной поверхности установить въ особыхъ, заложенныхъ при кладкѣ плотины, подшипникахъ временныя желѣзныя фермы высотой до $2^1/_2$ арш., отдѣляющія часть плотины съ отверстіями. Эти фермы, по закрытіи ихъ щитами, образуютъ ограждeніе, достаточное для защиты отъ переливающейся черезъ плотину воды.

Съ напорной стороны отверстія предположено закрыть батопортами, которые будутъ подведены по особымъ рельсамъ, закладываемымъ насухо при постройкѣ первой части плотины. Управленіе батопортами будетъ производиться съ плавучей платформы, установленной на кустахъ свай или на мертвыхъ якоряхъ.

По установкѣ всѣхъ батопортовъ устраивается еще одна стѣнка въ видѣ песчаной перемычки ниже флютбета—и такимъ образомъ вся часть плотины съ отверстіями оказывается со всѣхъ сторонъ огражденной, и работы по задѣлкѣ ихъ могутъ вестись насухо.

Для уборки батопортовъ достаточно заполнить водой, чрезъ спеціальные краны, пространство между ними и кладкой и откачать изъ нихъ воду.

---

*) За 33-лѣтній періодъ къ 1-му іюля наблюдается:

| | | |
|---|---|---|
| расходъ воды | въ 200 куб. саж. | 1 разъ. |
| „ „ | между 200 куб. саж. и 125 куб. саж. | 4 „ |
| „ „ | близкій къ 125 куб. саж. | 5 „ |
| „ „ | менѣе 125 куб. саж. | 23 „ |

Всѣ приспособленія для работъ могутъ переноситься съ одной плотины къ другой. Стоимость всѣхъ этихъ работъ по устройству перемычекъ и батопортовъ опредѣлена авторами проекта въ 2.100.000 руб.

Общая смѣтная стоимость проектируемыхъ гидротехническихъ сооруженій исчислена въ слѣдующихъ цифрахъ:

| | | |
|---|---|---|
| 1) Кайдакскій шлюзованный каналъ . . . | 2.470.718 | руб. |
| 2) Лоханская плотина со шлюзами . . . . | 3.992.520 | » |
| 3) Ненасытецкая » » » . . . . | 4.057.648 | » |
| 4) Федоровская » » » . . . . | 4.503.562 | » |
| 5) Вильная » » » . . . . | 3.691.308 | » |
| 6) Разработка отдѣльныхъ заборъ ниже Вильной плотины . . . . . . . . . . | 240.544 | » |
| 7) Кичкасскій шлюзованный каналъ съ желѣзнодорожнымъ віадукомъ . . . . . | 3.353.085 | » |
| Итого . . . . | 22.309.385 | руб. |
| 8) На непредвидѣнные расходы и орудія работъ—10% . . . . . . . . . . . | 2.230.938 | » |
| 9) Администрація работъ—4%. . . . . . | 892.375 | » |
| 10) Устройство перемычекъ для возведенія плотинъ . . . . . . . . . . . . . | 2.100.000 | » |
| 11) Устройство батопортовъ для ремонта шлюзовъ . . . . . . . . . . . . . | 180.000 | » |
| 12) Отчужденіе земель и угодій . . . . . | 1.681.077 | » |
| Всего . . . . | 29.393.775 | руб. |
| Или кругло . . . . | 29.400.000 | руб. |

Общая стоимость гидро-электрическихъ устройствъ такова:

1) Гидроэлектрическія станціи:

| | | |
|---|---|---|
| Лоханская . . . . . . . . . . . | 4.935.086 | руб. |
| Ненасытецкая . . . . . . . . . | 5.190.766 | » |
| Федоровская . . . . . . . . . . | 6.289.802 | » |
| Вильная . . . . . . . . . . . | 6.867.447 | » |
| Итого . . . | 23.283.101 | руб. |

| | | |
|---|---|---|
| 2) Трансформаторныя подстанціи въ Екатеринославѣ, Нижне-Днѣпровскѣ и Запорожьѣ и раздѣльная будка . . . . . . | 1.994.670 | руб. |
| 3) Линія передачи энергіи . . . . . . . . . | 5.521.068 | » |
| 4) Непредвидѣнные расходы (6%) . . . . | 1.847.930 | » |
| 5) Администрація работъ (4%) . . . . . | 1.231.954 | » |
| Итого. . . . | 33.878.723 | руб. |
| Или кругло . . . . | 33.880.000 | руб. |

А по всему проекту:

29.400.000 + 33.880.000 = 63.280.000 рублей.

Какъ видно изъ вышеизложеннаго, проектъ инж. Юргевича и Розова удовлетворяетъ указаніямъ Техническаго Совѣщанія, даннымъ при разсмотрѣніи гидротехнической части проекта инж. Рундо и Юскевича, а во многомъ вводитъ еще и другія существенныя улучшенія и дополненія. Въ виду этого докладчикъ не видитъ основаній къ какимъ-либо новымъ существеннымъ замѣчаніямъ.

Что касается деталей проекта, то докладчикъ считалъ бы полезнымъ устроить въ деривационныхъ каналахъ, какъ у шлюзовъ, такъ и у турбинныхъ станцій особыя плотины, напримѣръ типа Поаре, которыя, вѣроятно, обойдутся не дороже батопортовъ, но дадутъ возможность болѣе простымъ и надежнымъ способомъ осушать шлюзы и станціонные бассейны для ихъ ремонта и очистки.

Затѣмъ казалось бы умѣстнымъ не вводить пока въ смѣту устройство гидро электрической станціи у Лоханской плотины, такъ какъ весною, при рабочемъ напорѣ всего около 0,5 саж., работа ея врядъ ли будетъ выгодна, впослѣдствіи же, когда спросъ на энергію возрастетъ, не встрѣтится никакихъ препятствій къ постройкѣ и этой станціи, если то будетъ признано выгоднымъ.

Если согласиться съ этимъ предложеніемъ, то стоимость устройства гидроэлектрическихъ приспособленій на трехъ остальныхъ плотинахъ и линіи передачи опредѣлится въ суммѣ около 33.880.000—5.430.000=28.250.000 рублей и обезпеченное въ теченіе круглаго года количество энергіи будетъ не менѣе 91.000 лошадиныхъ силъ у борновъ генераторовъ.

Подсчетъ кривыхъ подпора былъ провѣренъ инженерами Отдѣла Водяныхъ Сообщеній, при чемъ ошибокъ не обнаружено. Примѣненіе

формулы Толльмана-Рюльмана для опредѣленія предѣловъ наибольшаго затопленія, и исчисленіе среднихъ скоростей теченія по площадямъ живыхъ сѣченій—докладчикъ считаетъ вполнѣ правильнымъ.

Прочность и устойчивость плотинъ докладчикъ считаетъ вполнѣ обезпеченной, согласно повѣркѣ относящихся къ этому расчетовъ, сдѣланной инж. Калиновичемъ и провѣренной докладчикомъ.

Что касается способа производства работъ по постройкѣ плотинъ, то докладчикъ находитъ предлагаемый инж. Юргевичемъ и Розовымъ способъ вполнѣ осуществимымъ и раціональнымъ.

Переходя къ экономической сторонѣ дѣла, докладчикъ обратилъ особое вниманіе на подсчеты количества и стоимости отчуждаемыхъ земель и угодій. Повѣрка относящихся сюда подсчетовъ, исполненная какъ самимъ докладчикомъ, такъ и нѣкоторыми другими чинами Отдѣла Водяныхъ Сообщеній, обнаружила нѣкоторыя мелкія погрѣшности, по исправленіи которыхъ общая стоимость отчужденія, необходимаго при устройствѣ сооруженій по варіанту Кіевскаго Округа, опредѣлилась въ суммѣ 1.681.507 рублей, т. е. всего на 430 рублей болѣе, чѣмъ указано въ смѣтѣ, приведенной на стр. 23 настоящаго журнала. Округляя, можно принять 1.700.000 рублей.

Что касается стоимости отчужденія выше Старо-Кайдакскаго порога въ случаѣ устройства гребня Лоханской плотины на отмѣткѣ 28,46 саж., какъ предполагалъ инж. Рундо, то, по повѣркѣ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній, стоимость такого отчужденія, дѣйствительно, должна быть принята въ суммѣ не менѣе 17 милл. рублей*).

При этомъ докладчикъ считаетъ нужнымъ особенно отмѣтить, что въ вопросѣ о затопленіи, хотя бы незначительномъ, столь крупныхъ торгово-промышленныхъ пунктовъ, какъ г. Екатеринославъ, врядъ ли возможно ограничиваться одними подсчетами стоимости затопляемыхъ имуществъ, такъ какъ значеніе такихъ подсчетовъ можетъ вполнѣ уничтожиться принципіальными соображеніями о недопустимости въ данномъ случаѣ даже малѣйшаго затопленія безъ крайней въ томъ необходимости.

По повѣркѣ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній смѣтныхъ исчисленій и введеніи въ нихъ нѣкоторыхъ измѣненій и добавленій, со-

---

*) Въ томъ числѣ:

по гор. Екатеринославу не менѣе . . . . . . . . . . . 5.200.000 руб.
„ „ Новомосковскому „ . . . . . . . . . . . 820.000 „
по поселку „Амуръ“ (пригородъ) не менѣе . . . . . . 800.000 „

гласно особой запискѣ, прилагаемой къ настоящему докладу, полная стоимость гидротехническихъ сооруженій, необходимыхъ для удовлетворенія потребностей судоходства, опредѣлилась въ суммѣ около тридцати одного милліона и трехсотъ тысячъ рублей (31.300.000 руб.), включая сюда расходы на администрацію работъ и на отчужденіе.

Что касается гидроэлектрическихъ установокъ, необходимыхъ для утилизаціи энергіи паденія р. Днѣпра, то варіантъ Кіевскаго Округа предлагаетъ лишь иное расположеніе станцій въ планѣ, не оказывающее никакого вліянія на условія судоходства, а потому и не вызывающее никакихъ замѣчаній докладчика.

## Сужденія техническаго совѣщанія.

### *1. Типъ плотинъ.*

Вопросъ о наиболѣе раціональномъ при данныхъ условіяхъ типѣ плотинъ обсуждался весьма подробно въ нѣсколькихъ засѣданіяхъ Совѣщанія. При этомъ какъ докладчикомъ, такъ и нѣкоторыми членами Совѣщанія были приведены данныя, касающіяся плотинъ, существующихъ при аналогичныхъ условіяхъ за границей, особенно на рѣкахъ Сѣв. Америки. Такъ по даннымъ, сообщеннымъ XI Международному Судоходному Конгрессу (С.-Петербургъ, 1908 г.) въ докладѣ Вильяма Сиберта *) оказывается, что «въ общемъ, опытъ Америки для глухихъ плотинъ, поверхъ которыхъ долженъ проходить ледъ, приводитъ къ типу съ вертикальной передней (верхней по теченію) гранью и, повидимому, съ плоскимъ гребнемъ. Уклонъ задней грани плотины долженъ быть таковъ, чтобы водовороты отъ паденія большихъ льдинъ не могли производить размыва основанія сооруженія».

Нѣкоторыми членами Совѣщанія былъ возбужденъ вопросъ о томъ, насколько условія ледохода на упоминаемыхъ г. Сибертомъ Американскихъ рѣкахъ (Мерримэкъ, Коннектикутъ, Мешингэмъ, Моногаэла, Эллегани, Шейкюлль и Сескеганна) могутъ считаться аналогичными съ условіями, существующими на Днѣпровскихъ порогахъ, и не будутъ ли образовываться передъ глухими плотинами заторы льда.

---

*) Устройство плотинъ на рѣкахъ при большихъ измѣненіяхъ расхода воды и сильныхъ ледоходахъ, для возможности одновременнаго удовлетворенія интересовъ судоходства и промышленности. По даннымъ практики Сѣв.-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ.

По этому поводу были указаны слѣдующія мѣста въ докладѣ г. Сиберта:

«Ледъ на р. Моногаэла достигаетъ иногда толщины свыше 14 дюйм. (стр. 64)» *).

. . . . «Зимы въ Нью-Гемпширѣ долги и суровы» (стр. 68).

. . . .. «Рѣка Коннектикутъ является наиболѣе широкой рѣкой въ Штатахъ Новой Англіи, и потому опытъ, полученный въ теченіе 60 лѣтъ надъ построенной въ ней плотиной (у Голейоки) съ паденіемъ въ 30 футовъ, въ мѣстности, гдѣ иногда ледъ достигаетъ толщины въ 3 фута и болѣе, убѣждаетъ насъ въ томъ, что плотины сами по себѣ не увеличиваютъ стремленія плывущаго льда образовывать заторы вблизи такихъ плотинъ» (стр. 70) . . . . «Зимы въ бассейнѣ р. Моногаэлы бываютъ обыкновенно болѣе мягки, чѣмъ въ долинѣ р. Эллегани; тѣмъ не менѣе на ея притокахъ образуется ледъ толщиною 15—18 дюймовъ» . . . . . (стр. 74).

«Результаты, достигнутые на р. Эллегани устройствомъ глухихъ плотинъ въ верхней части рѣки, указываютъ на улучшеніе, благодаря имъ, условій ледохода въ нижней части рѣки, канализованной подвижными плотинами, и на р. Огэйо непосредственно ниже впаденія р. Эллегани. Раньше сооруженія глухихъ плотинъ большія глыбы льда проносились внизъ съ верхней части рѣки и могли запруживать нижележащую часть рѣки, тогда какъ теперь, при существованіи плотинъ, этотъ плывущій ледъ рѣдко проходитъ ниже района плотинъ, даже при низкихъ горизонтахъ, благопріятствующихъ образованію заторовъ. Если же онъ и проходитъ, то лишь въ разбитомъ видѣ» (стр. 77); къ этому слѣдуетъ добавить, что въ верхней части р. Эллегани заторы достигаютъ 29—30 фут. высоты и могутъ простираться на 25 миль (стр. 76) **).

На основаніи приведенныхъ данныхъ Техническое Совѣщаніе признало, что общій типъ глухой плотины, основанный на данныхъ практики Сѣверо-Американскихъ рѣкъ, можетъ считаться отвѣчающимъ условіямъ Днѣпровскихъ пороговъ. Затѣмъ было признано очевиднымъ, что для Днѣпра глухія каменныя плотины являются единственнымъ надежнымъ средствомъ для утилизаціи энергіи паденія воды въ теченіе круглаго года, независимо отъ образованія на рѣкѣ льда.

---

*) Всѣ цитаты изъ доклада г. Сиберта сдѣланы по русскому изданію трудовъ XI Конгресса. (Доклады и сообщенія иностранныхъ членовъ Конгресса по вопросамъ внутренняго судоходства СПБ. 1911 г.).

**) См. также справку, приведенную на стр. 56—58 печатнаго изданія проекта инженеровъ Рундо и Юскевича (С.-Петербургъ, 1911 г.).

Однако, для одного частнаго случая, а именно для Лоханской плотины, рабочій напоръ на тюрбинахъ при самомъ высокомъ расчетномъ горизонтѣ (+ 2,65 саж. по Лоцманско-Каменской рейкѣ) оказывается столь малъ (0,53 саж.), что Техническое Совѣщаніе признало необходимымъ обсудить болѣе детально вопросъ объ устройствѣ этой плотины съ точки зрѣнія сопоставленія интересовъ судоходства и интересовъ гидро-электрической станціи, и пожелало имѣть варіантъ устройства разборчатой плотины, открываемой частично для пропуска самыхъ высокихъ водъ (во избѣжаніе подтопленія мѣстностей выше Кайдакскаго порога) и вполнѣ открываемой для пропуска ледохода; въ меженнее время эта плотина могла бы дать подпоръ, покрывающій Кайдакскій порогъ и всѣ прочія затруднительныя мѣста до г. Екатеринослава.

Длина такой плотины была бы, очевидно, гораздо менѣе длины глухой плотины, что облегчило бы расположеніе ея въ планѣ.

Эскизъ такого устройства, по типу плотины Позъ, былъ составленъ инженеромъ Розовымъ, причемъ, согласно его подсчетамъ, провѣреннымъ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній, оказалось, что стоимость устройства такой плотины достигаетъ по крайней мѣрѣ 5½ милл. рублей при общей длинѣ отверстій 325 саж. (13 пролетовъ по 25 саж.), вмѣсто 2 милл. рублей, исчисленныхъ по смѣтѣ на возведеніе глухой плотины длиною 750 саж., включая сюда около 650.000 руб. на приспособленіе для производства работъ.

Въ то же время выгоды такого варіанта были бы незначительны, такъ какъ шлюзованный каналъ у Старо-Кайдакскаго порога былъ бы все же необходимъ весною для обхода порога, который нельзя достаточно перекрыть подпоромъ Лоханской плотины, не вызывая затопленія вышележащаго участка съ частями гг. Екатеринославомъ и Ново-Московскомъ, какъ указано въ описательной части настоящаго журнала и подтверждено повѣркой относящихся сюда расчетовъ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній. Слѣдовательно, при устройствѣ Лоханской плотины разборчатою можно выиграть лишь стоимость регуляціонныхъ сооруженій и расчистокъ на участкѣ Екатеринославъ—Кайдаки (800 тыс. руб.), но и эта экономія будетъ въ значительной мѣрѣ поглощаться необходимыми, довольно значительными, расходами по содержанію и ремонту плотины, такъ что въ окончательномъ выводѣ подобный варіантъ удорожилъ бы всю систему шлюзованія пороговъ по крайней мѣрѣ на 3—3½ рублей, и притомъ совершенно уничтожалъ бы возможность воспользоваться, въ случаѣ надобности, паденіемъ воды въ этомъ мѣстѣ, такъ какъ станція, не имѣющая ника-

кого рабочаго напора въ теченіе хотя бы 2—3 мѣсяцевъ въ году, и притомъ въ разные мѣсяцы, въ зависимости отъ сроковъ ледохода, врядъ ли могла бы окупить себя.

Наконецъ, инж. Л. В. Юргевичемъ были указаны еще два весьма существенныхъ недостатка разборчатой плотины:

Во-первыхъ—отверстія въ 25 саж., раздѣленныя быками, будутъ навѣрное вызывать, судя по опыту существующихъ мостовъ въ Кіевѣ и Екатеринославѣ, образованіе заторовъ, опасныхъ для цѣлости всего сооруженія.

Во-вторыхъ—плотину придется открывать при первыхъ признакахъ ледохода, такъ какъ металлическія стойки, разсчитанныя лишь на статическую нагрузку подпертой водой, не могутъ, конечно, выдержать удара даже небольшой льдины. При этомъ будетъ спущена вся подпорная вода верхняго бьефа и судоходство должно будетъ прекратиться.

Между тѣмъ, въ данномъ районѣ очень часто послѣ нѣсколькихъ дней ледохода рѣка снова освобождается отъ льда на болѣе или менѣе продолжительный срокъ; такое явленіе можетъ повторяться не разъ, и въ общемъ навигація продолжается иногда 1½—2 мѣсяца послѣ перваго ледохода. Этотъ періодъ въ разсматриваемомъ случаѣ будетъ фактически потерянъ для судоходства, такъ какъ въ это время расходъ воды бываетъ обыкновенно столь невеликъ, что наполненіе бьефа (включая и время на закрытіе всего отверстія плотины) можетъ поглотить все время между такими частичными ледоходами.

По поводу послѣдняго соображенія инж. Юргевича предсѣдатель инж. А. Н. Липинъ и профессоръ Г. К. Мерчингъ возбудили вопросъ не являются ли Днѣпровскіе пороги въ отношеніи сроковъ ледохода и ледостава рѣзкой границей между выше и ниже лежащими частями рѣки. Если бы оказалось, что *выше* пороговъ, напримѣръ, на участкѣ отъ Екатеринослава до Кременчуга, бываетъ обыкновенно ледоставъ или полный ледоходъ въ то время, какъ въ порогахъ происходятъ указанные частичные ледоходы, не прекращающіе еще судоходства, или тѣмъ болѣе, если бы такое соотношеніе существовало обыкновенно между участками Днѣпра *ниже* пороговъ и порожистой частью, то, очевидно, соображеніе инж. Юргевича теряло бы силу, такъ какъ шлюзованіе пороговъ имѣетъ въ виду главнымъ образомъ интересы транзита, и если бы транзитное движеніе прекратилось вслѣдствіе сплошного ледохода выше или ниже пороговъ, то не было бы особенной надобности заботиться объ обезпеченіи его на это время въ порожистой части.

Однако, графики, составленные по этому поводу инж. Розовымъ на основаніи данныхъ для г. Кременчуга, с. Васильевки (въ серединѣ порожистой части) и м. Никополя (на Нижнемъ Днѣпрѣ), по наблюденіямъ съ 1881 по 1900 гг., показываютъ, что не существуетъ никакой опредѣленной зависимости между сроками осенняго ледохода и ледостава въ этихъ трехъ пунктахъ. Беря крайніе случаи, можно видѣть, что иногда сплошной ледоходъ начинается 7-го ноября въ Кременчугѣ, 15-го—въ Никополѣ, 24-го—въ Васильевкѣ (1890 годъ); но бывало также, что онъ начинался 9 *ноября* въ Васильевкѣ, 19-го *декабря* въ Кременчугѣ и 20-го—въ Никополѣ (1884 г.), или даже: 18 ноября въ Никополѣ, а 21-го—въ Кременчугѣ. Частичные ледоходы бывали неоднократно во всѣхъ этихъ пунктахъ, то почти одновременно (1988, 1891 г.), то разновременно.

Всѣ вышеизложенныя соображенія привели Техническое Совѣщаніе къ заключенію, что примѣненіе разборчатыхъ плотинъ вообще не соотвѣтствуетъ условіямъ судоходства р. Днѣпра и не оправдывается экономическими соображеніями, а потому должно быть отвергнуто и для Лоханскаго сооруженія, какъ нецѣлесообразное.

### 2. *Распространеніе подпора Лоханской плотины.*

Какъ указано въ описательной части настоящаго журнала, въ представленномъ проектѣ гребень Лоханской плотины расположенъ на такой высотѣ (+27,00 саж.), что подпоръ ея въ межень теряется въ Старо-Кайдакскомъ порогѣ, а при самыхъ высокихъ (расчетныхъ) весеннихъ водахъ достигаетъ приблизительно устья р. Самары*) и нисколько не отражается на вышележащихъ городахъ—Екатеринославѣ и Ново-Московскѣ (на р. Самарѣ) и на прилегающихъ къ нимъ селеніяхъ, какъ это подтверждается повѣркой относящихся сюда расчетовъ, исполненной въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній. Обстоятельство это вызвало необходимость устройства обходнаго шлюзованнаго канала у Кайдакскаго порога и регуляціонныхъ работъ и расчистокъ ниже гор. Екатеринослава, общей стоимостью до 4 милл. рублей.

При обсужденіи даннаго вопроса, инж. Л. В. Юргевичъ прежде всего подробно изложилъ принципъ, положенный имъ въ основу под-

---

*) Подпоръ самыхъ высокихъ расчетныхъ водъ (+2,65 саж. по Лоцманско-Каменской рейкѣ) у устья р. Самары составляетъ по варіанту Кіевскаго Округа 0,06 саж., а по проекту инж. Рундо—0,55 саж.

счета стоимости того отчужденія, которое понадобилось бы, если поднять гребень Лоханской плотины до отмѣтки, предположенной въ проектѣ инж. Рундо (28,46 саж.). Принципъ этотъ, какъ указано выше, формулируется такъ: если естественныя воды затопляютъ количество *а* недвижимыхъ имуществъ, а дѣйствіемъ подпора сооруженій это количество увеличивается на величину *в*, то необходимо до постройки сооруженій отчудить все количество $a+в$ недвижимостей. Необходимость принятія этого принципа инж. Юргевичъ обосновывалъ тѣмъ соображеніемъ, что даже ничтожное увеличеніе высоты или продолжительности затопленія недвижимости дастъ несомнѣнное основаніе владѣльцу предъявить искъ объ обезцѣненіи всего его владѣнія, а выясненіе дѣйствительныхъ убытковъ въ подобныхъ случаяхъ весьма затруднительно.

По этому поводу инж. А. М. Рундо указалъ на возможность такихъ договорныхъ отношеній между казной и частными владѣльцами. при которыхъ убытки отъ рѣдкихъ подтопленій могутъ оплачиваться гораздо меньшими суммами, чѣмъ полная стоимость подтопляемаго имущества. Однако, Техническое Совѣщаніе, имѣя въ виду затруднительность такихъ добровольныхъ соглашеній и невозможность проводить ихъ принудительнымъ путемъ, признало точку зрѣнія инж. Юргевича болѣе осторожной. Затѣмъ инж. Юргевичъ привелъ еще два соображенія противъ повышенія гребня Лоханской плотины выше отмѣтки 27,00 саж.

1) При подсчетѣ стоимости отчужденія выше Кайдакъ для плотины проекта инж. Рундо (отмѣтка гребня 28,46 саж.), приведенномъ въ варіантѣ Кіевскаго Округа, исчисленіе это не было доведено за недостаткомъ времени и средствъ, до крайнихъ предѣловъ затопленія, и потому исчисленная инж. Юргевичемъ и Розовымъ сумма въ 16.700.000 рублей, оказавшаяся по повѣркѣ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній не преувеличенной, не представляетъ еще полной стоимости потребнаго отчужденія на данномъ участкѣ *).

2) Въ указанную цифру 16.700.000 рублей не вошли стоимость отчужденія затопляемыхъ улицъ г. Екатеринослава и возмѣщеніе убытковъ, связанныхъ съ отчужденіемъ береговой полосы; такіе убытки могутъ легко явиться какъ для города—вслѣдствіе потери права на сдачу въ аренду пристанскихъ участковъ,—такъ и для частныхъ

*) При этомъ инж. Рундо просилъ отмѣтить, что онъ въ своемъ проектѣ не могъ опредѣлить стоимости этого отчужденія, такъ какъ не имѣлъ въ своемъ распоряженіи многихъ необходимыхъ данныхъ, напр., плановъ р. Самары.

лицъ, которые могутъ оказаться вынужденными, напримѣръ, переносить свои промышленныя или торговыя заведенія въ болѣе дорогую центральную часть города, или на неудобныя для нихъ окраинные участки.

Въ заключеніе инж. Юргевичъ заявилъ, что, по его убѣжденію, практически невозможно осуществить проектъ, предполагающій хотя бы незначительное искусственное увеличеніе затопленія г. Екатеринослава весенними водами, разъ только возможно удовлетворить потребности судоходства, не допуская распространенія вліянія подпора верхней плотины до этого города; при отмѣткѣ гребня Лоханской плотины въ 28,46 саж., какъ предположено въ проектѣ инж. Рундо, искусственное повышеніе горизонта весеннихъ водъ будетъ имѣть мѣсто у г. Екатеринослава не только при самыхъ высокихъ расчетныхъ расходахъ (около 2.000 куб. саж. въ сек.), но и при гораздо меньшихъ, бывающихъ каждый годъ; разница будетъ лишь въ абсолютной величинѣ этого искусственнаго повышенія весенняго горизонта, что не имѣетъ никакого значенія при разсмотрѣніи даннаго вопроса съ принципіальной точки зрѣнія. Поэтому единственное средство для удовлетворительнаго рѣшенія вопроса инж. Юргевичъ находилъ въ устройствѣ гребня Лоханской плотины на отмѣткѣ не выше 27,00 саж.

Въ отвѣтъ на это инж. Рундо указалъ, что, по его мнѣнію, вопросъ сводится къ сравненію экономической выгодности того или другого варіанта. Необходимо принять во вниманіе, что при принятой имъ отмѣткѣ гребня Лоханской плотины отпадаетъ необходимость въ слѣдующихъ работахъ, требуемыхъ варіантомъ Кіевскаго Округа: устройствѣ шлюзованнаго канала въ обходъ Кайдакскаго порога и расчисткѣ заборъ между этимъ порогомъ и Екатеринославомъ. Независимо отъ означеннаго преимущества, сводящагося къ уменьшенію первоначальныхъ затратъ приблизительно на $3^1/_2$ милл. руб., необходимо имѣть въ виду, что по его проекту было обезпечено на Лоханской плотинѣ круглый годъ не менѣе 20.000 лош. силъ, а по варіанту Кіевскаго Округа путей сообщенія цифра эта понизилась до 7.000 лош. силъ *), что соотвѣтствуетъ (при минимальной продажной цѣнѣ годовой силы въ 70 руб. и потерѣ 15% энергіи на передачѣ) потерѣ ежегоднаго дохода казны въ $13.000 \times 0,85 \times 70 = 773.500$ руб. или, кругло, 800 тыс. рублей.

Проф. Мерчингъ выразилъ мнѣніе что, повидимому, запасъ энергіи

*) Если не ставить большого числа резервныхъ турбинъ малаго напора.

Лоханской станціи, какъ ближайшей къ крупному промышленному центру—г. Екатеринославу—имѣетъ болѣе всего шансовъ на сбытъ, а потому вопросъ о возможности использованія всей возможной гидравлической энергіи на этомъ сооруженіи представляется особенно важнымъ, и слѣдовало бы изслѣдовать, не окажется ли выгоднымъ защитить часть г. Екатеринослава оградительными дамбами, если это дастъ возможность значительно увеличить напоръ, утилизируемый турбинами Лоханской станціи.

Инж. Юргевичъ считалъ предположеніе проф. Мерчинга о постройкѣ для г. Екатеринослава оградительныхъ дамбъ непріемлемымъ по слѣдующимъ соображеніямъ.

Въ данномъ районѣ бываютъ нерѣдко очень сильные ливни. Примѣръ—ливни 21—22 іюня 1898 года, когда выпало такое количество дождя, что сообщеніе по городу, даже на лошадяхъ, было невозможно. Такъ какъ г. Екатеринославъ расположенъ на довольно крутомъ склонѣ, спускающемся къ Днѣпру, то ливневыя воды, выпадающія на огражденномъ дамбами пространствѣ, собирались бы у дамбъ, и для быстраго удаленія этихъ водъ (во избѣжаніе сильнаго затопленія ими кварталовъ, здѣсь расположенныхъ) пришлось бы устраивать коллекторъ весьма большого сѣченія, прокладывая его мѣстами въ скалистомъ грунтѣ, до нижняго бьефа Лоханской плотины, т. е. на протяженіи болѣе 20 верстъ. Очевидно, такой коллекторъ стоилъ бы очень дорого.

Сверхъ того, на берегу Днѣпра расположенъ цѣлый рядъ пристаней, лѣсопиленъ и заводовъ, доступъ къ которымъ со стороны города былъ бы чрезвычайно затрудненъ устройствомъ высокихъ оградительныхъ дамбъ; въ частности, проведеніе черезъ дамбу линіи трамвая было бы невозможно или потребовало бы устройства дорогихъ эстакадъ.

Далѣе, сжатіе весенняго живого сѣченія Днѣпра незатопляемыми дамбами на Екатеринославскомъ берегу вызвало бы еще большее повышеніе горизонтовъ воды и, слѣдовательно, большее затопленіе противоположнаго берега, гдѣ расположенъ пригородный поселокъ Амуръ.

Наконецъ, стоимость самой оградительной дамбы, длиною около 8 верстъ, была бы весьма велика, а ремонтъ ея требовалъ бы ежегодныхъ расходовъ.

По обмѣнѣ мнѣній, Техническое Совѣщаніе признало, что, во-1-хъ, сбытъ энергіи можетъ развиться лишь постепенно и 91.000 лош. силъ, обезпеченные круглый годъ по варіанту Кіевскаго Округа Ненасытецкой, Федоровской и Вильной станціями безъ особыхъ затрудненій

и осложненій вопроса, будутъ, можетъ быть, въ теченіе значительнаго числа лѣтъ достаточны для удовлетворенія спроса, а, стало быть, капиталъ, затраченный на отчужденіе выше Лоханской плотины, фактически будетъ оставаться мертвымъ; а во-2-хъ—едва ли возможно осуществленіе проекта, связаннаго съ необходимостью завѣдомаго, хотя бы и незначительнаго, искусственнаго затопленія общественныхъ и частныхъ владѣній, вызываемаго не общегосударственными потребностями судоходства, а лишь желаніемъ увеличить мощность силовой станціи, или, иными словами, получать большой доходъ *).

(Съ подобнымъ толкованіемъ я не согласенъ: я считаю, что раціональное использованіе гидравлической энергіи, представляющей вѣчную и при томъ прогрессирующую цѣнность, есть задача столь же высокой важности, какъ и воспособленіе судоходству. Развѣ правительственный заводъ, выдѣлывающій искусственныя нитраты для военныхъ цѣлей, не есть предпріятіе общаго государственнаго значенія. Инженеръ А. Рундо).

Основываясь на вышеизложенныхъ соображеніяхъ и принимая во вниманіе, что инж. Рундо, при составленіи своего проекта, не имѣлъ достаточно полныхъ данныхъ о количествѣ и стоимости затопляемыхъ, дѣйствіемъ проектированныхъ имъ плотинъ, земель и угодій, а равно и данныхъ о глубинѣ залеганія въ руслѣ Днѣпра коренныхъ каменныхъ породъ, такъ какъ тѣ и другія данныя были выяснены лишь изысканіями 1911 года; имѣя, далѣе, въ виду, что данныя эти использованы при составленіи варіанта Кіевскаго Округа путей сообщенія и что, сверхъ того, въ этомъ варіантѣ приняты во вниманіе всѣ указанія Техническаго Совѣщанія по журналу 3-го марта 1911 года, за № 191,—Техническое Совѣщаніе высказалось за одобреніе разсматриваемаго варіанта, составленнаго Кіевскимъ Округомъ путей сообщенія.

### *3. Способъ постройки плотинъ.*

По поводу предлагаемаго инж. Юргевичемъ и Розовымъ способа возведенія плотинъ, нѣкоторыми членами Совѣщанія было высказано опасеніе, что, можетъ быть, не удастся одновременно закрыть вполнѣ

*) Соображеніе это можетъ отпасть, если будетъ признано возможнымъ достичь добровольнаго соглащенія съ заинтересованными городами, земствами и частными лицами. Въ такомъ случаѣ и заключеніе Техническаго Совѣщанія подлежало бы измѣненію (мнѣніе проф. Мерчинга).

плотно батопортами всѣ временныя отверстія первой части плотины, а, слѣдовательно, невозможна будетъ и задѣлка ихъ кладкой. Инженеръ Розовъ объяснилъ, что предварительно должна быть испытана исправность каждаго батопорта въ отдѣльности, что не вызоветъ замѣтнаго увеличенія подпора передъ плотиной, а затѣмъ уже, при полной увѣренности въ исправности и точности пригонки ихъ, легко будетъ въ 30—40 минутъ закрыть ими всѣ отверстія.

Что касается дальнѣйшаго порядка работъ, то инж. А. Н. Липинъ предложилъ обсудить вопросъ, не представляется ли болѣе выгоднымъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и болѣе желательнымъ при эксплоатаціи сооруженій, отказаться отъ задѣлки этихъ отверстій каменной кладкой, а сохранить ихъ навсегда, закрывъ подвижными щитами, управляемыми изъ сквозной продольной галлереи, или даже, какъ указалъ проф. Мерчингъ, съ берега помощью электромоторовъ. Такія постоянныя отверстія могли бы, по мнѣнію инж. Липина, содѣйствовать проносу тѣхъ наносовъ, которые неизбѣжно должны складываться съ напорной стороны плотины и вліяніе которыхъ пока учесть невозможно. При этомъ инженеромъ Витте было указано, что на рѣкахъ Индіи всѣ большія плотины имѣютъ такія водопроводныя отверстія, а проф. Мерчингъ указалъ подобные же примѣры на рѣкахъ Швеціи и Норвегіи.

Однако, при обмѣнѣ мнѣній, выяснилось, что большинство приведенныхъ примѣровъ относится къ незатопляемымъ плотинамъ, гдѣ водопропускныя отверстія являются, слѣдовательно, неизбѣжными *). Въ другихъ же случаяхъ, когда подобныя приспособленія примѣнялись въ затопляемыхъ плотинахъ (въ Швеціи), назначеніе ихъ заключалось въ спускѣ излишняго количества весеннихъ водъ на сравнительно небольшихъ рѣкахъ.

Для Днѣпра, гдѣ плотина должна пропускать сильный ледоходъ, не можетъ быть рѣчи о незатопляемомъ гребнѣ; чувствительное же регулированіе весенняго расхода въ 1.600—2.000 куб. саж. потребовало бы громаднаго числа отверстій, по крайней мѣрѣ общей площадью 300—400 кв. саж. и не представляетъ никакой выгодности для Ненасытецкой, Федоровской и Вильной плотинъ. Спусканіе, помощью этихъ отверстій, подпорнаго горизонта ниже гребня плотины въ меженнее время для возможности ремонтныхъ работъ, какъ то

---

*) Къ этому же типу принадлежитъ Ассуанская плотина на Нилѣ, которая поэтому, а также въ виду отсутствія на Нилѣ ледохода, не можетъ служить примѣромъ при проектированіи Днѣпровскихъ плотинъ.

считалъ желательнымъ инж. Липинъ, по мнѣнію инж. Юргевича, не вызывается необходимостью, такъ какъ ремонтъ можетъ быть произведенъ за перемычками, спусканіе же подпора можетъ создать большія затрудненія судоходству, что врядъ ли допустимо во время навигаціи. На Лоханской плотинѣ, гдѣ искусственное пониженіе весенняго подпорнаго уровня могло бы дать возможность нѣсколько повысить гребень и, слѣдовательно, меженній подпоръ, подобное устройство врядъ ли осуществимо, такъ какъ при повышеніи гребня плотины даже на $1^1/_2$ саж. (т. е. до отмѣтки проекта Рундо) высота ея на большей части протяженія была бы все же около 4 саж. и, стало быть было бы невозможно, безъ ущерба для прочности сооруженія, размѣстить подъ продольной галлереей сколько нибудь значительныя поперечныя отверстія для пропуска избытка весеннихъ водъ.

При этомъ проф. Мерчингомъ было отмѣчено, что при устройствѣ въ нижней части плотины поперечныхъ отверстій, объемъ кладки долженъ, вѣроятно, увеличиться, если желательно сохранить тѣ же коэффиціенты устойчивости, какъ и въ сплошной плотинѣ, такъ какъ въ первомъ случаѣ распредѣленіе матеріала будетъ, вообще говоря, менѣе выгодно по отношенію къ опрокидывающимъ усиліямъ.

Что касается опасности занесенія верхняго бьефа у плотины наносами, то инж. Юргевичъ полагалъ возможнымъ устранять эти наносы, если бы они приняли угрожающій характеръ, землечерпаніемъ.

Инж. Водарскій обратилъ вниманіе Совѣщанія на то обстоятельство, что явленія перемѣщенія рѣчныхъ наносовъ столь сложны, что, несмотря на долголѣтнія и многочисленныя работы въ этой области, до сихъ поръ не удалось установить даже общихъ методовъ наблюденій и не выработаны удовлетворительные типы инструментовъ. Каждая рѣка, а особенно Днѣпръ, дно котораго въ порогахъ чрезвычайно неровно и покрыто отдѣльными камнями, требуетъ продолжительныхъ изслѣдованій для того лишь, чтобы выработать удовлетворительные методы наблюденій и подходящіе типы инструментовъ.

Поэтому инж. Водарскій, считая крайне желательнымъ возможно подробное изученіе вопроса о рѣчныхъ наносахъ вообще и въ порогахъ Днѣпра въ частности, полагалъ, что практическіе результаты такого изученія, дающіе возможность предвидѣть будущій ходъ этого явленія и, если понадобится, заранѣе принимать какія-либо мѣры для борьбы съ наносами,—не могутъ быть получены въ близкомъ будущемъ; обстоятельство это, однако, не должно служить поводомъ къ задержкѣ дальнѣйшаго движенія вопроса о шлюзованіи Днѣпровскихъ пороговъ, такъ какъ опытъ многочисленныхъ глухихъ плотинъ

показываетъ, что даже на рѣкахъ съ громаднымъ количествомъ наносовъ отложеніе ихъ идетъ далеко не такъ быстро, какъ это предполагали на основаніи теоретическихъ соображеній *).

Техническое Совѣщаніе, по обмѣнѣ мнѣній, присоединилось къ взгляду инж. Водарскаго и, одобривъ большинствомъ голосовъ устройство массивныхъ глухихъ плотинъ согласно типу, предложенному инж. Рундо и переработанному въ варіантѣ Кіевскаго Округа согласно указаніямъ Техническаго Совѣщанія отъ 3 марта 1911 года, а именно изъ каменной кладки съ продольной галлереей, но безъ постоянныхъ поперечныхъ отверстій, признало необходимымъ включить вопросъ объ изученіи движенія наносовъ въ програму Екатеринославской гидрометрической станціи.

### *4. Расположеніе отдѣльныхъ сооруженій и нѣкоторыя детали ихъ.*

При разсмотрѣніи расположенія отдѣльныхъ сооруженій Техническое Совѣщаніе вполнѣ согласилось съ мнѣніемъ авторовъ проекта о чрезвычайной затруднительности, граничащей съ практической невозможностью, строить каменныя плотины въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ массивные граниты залегаютъ на глубинѣ 1—6 саж. отъ поверхности дна, какъ это оказалось, по даннымъ буренія, выше пороговъ Ненасытецкаго, Волнигскаго и Вильнаго, гдѣ были проектированы плотины инж. Рундо.

Далѣе, инж. Юргевичъ заявилъ, что затопленіе береговъ въ предѣлахъ самыхъ пороговъ не вызываетъ, согласно послѣднимъ точнымъ изслѣдованіямъ, тѣхъ неодолимыхъ препятствій, которыхъ онъ опасался ранѣе (затопленію не будутъ особенно подвержены села коренныхъ жителей Приднѣпровья; наиболѣе крупное затопленіе будетъ въ с. Волосскихъ Хуторахъ, у Лоханской плотины, населенномъ выходцами-Валахами) и, что, слѣдовательно, расположеніе плотинъ ниже пороговъ вызоветъ лишь увеличеніе расходовъ на отчужденіе до 1.700 тысячъ рублей вмѣсто 700 тыс. руб., исчисленныхъ въ проектѣ инж. Рундо, деривационные же судоходные каналы обойдутся дешевле, чѣмъ въ проектѣ инж. Рундо, по крайней мѣрѣ на 5 милл.

*) В. Сибертъ, описывая Американскія глухія плотины, изъ которыхъ многія существуютъ десятки лѣтъ, нигдѣ не упоминаетъ, чтобы заносы передъ ними оказывали вредное дѣйствіе на судоходныя условія рѣки.

рублей, и будутъ несравненно удобнѣе для судоходства (почти полное отсутствіе теченія; ширина по дну 30 саж. вмѣсто 20—25 с.; наименьшій радіусъ кривизны 250 саж. вмѣсто 200 саж.; устройство бечевниковъ на трехъ горизонтахъ). Въ виду этихъ соображеній инж. Юргевича, подтверждаемыхъ подсчетами стоимости отчужденія и судоходныхъ каналовъ, провѣренными въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній, Техническое Совѣщаніе признало расположеніе плотинъ ниже пороговъ, какъ оно намѣчено въ разсматриваемомъ проектѣ, вполнѣ допустимымъ и наиболѣе раціональнымъ.

Входъ въ деривaціонный каналъ Лоханскаго шлюза и выходъ канала Вильнаго шлюза признано необходимымъ нѣсколько измѣнить, какъ показано на планѣ зеленой краской, для обезпеченія удобствъ судоходства. Допустивъ при этомъ, во избѣжаніе чрезмѣрнаго увеличенія объема выемки скалы въ Лоханскомъ каналѣ, уничтоженіе здѣсь бечевниковъ съ береговой стороны, Совѣщаніе признало, что дополнительный расходъ при такомъ варіантѣ—около 100 тыс. руб. на Лоханскомъ каналѣ и около 60 тыс. руб. на Вильномъ каналѣ—вполнѣ допустимъ ради обезпеченія интересовъ судоходства. Расположеніе Лоханской плотины, показанное на планѣ, вызвало сомнѣніе въ томъ отношеніи, что оно, повидимому, составляетъ довольно острый уголъ съ направленіемъ главнаго теченія. Однако, изъ объясненій инж. Юргевича выяснилось, что плотина расположена какъ разъ нормально къ вогнутому лѣвому берегу, ведущему весеннее теченіе, при меженнихъ же расходахъ плотина длиною 750 саж., хотя бы и не перпендикулярная къ направленію главнаго теченія, не можетъ оказать вреднаго вліянія на режимъ рѣки. Если переливающаяся черезъ плотину вода будетъ размывать расположенную непосредственно ниже выступающую часть лѣваго берега, гдѣ проектированъ отводящій каналъ турбинной станціи, то это можетъ лишь облегчить отводъ отработавшей воды, пространство же это все равно будетъ отчуждено, какъ находящееся въ предѣлахъ затопленія Ненасытецкой плотиной.

Послѣ этихъ разъясненій Техническое Совѣщаніе не имѣло возраженій противъ намѣченнаго расположенія Лоханской плотины.

Вопросъ о возможности сокращенія ея длины путемъ устройства разборной части былъ, какъ указано выше, разсмотрѣнъ особо и рѣшенъ въ отрицательномъ смыслѣ.

Проектъ шлюзовъ, оставшійся въ томъ видѣ, какъ онъ былъ разработанъ инж. Рундо, лишь съ измѣненіями, предложенными въ свое время Техническимъ Совѣщаніемъ, не вызвалъ никакихъ замѣчаній.

Типъ укрѣпленія откосовъ дамбъ—мостовая толщиною 0,15 саж. на двойныхъ откосахъ—былъ признанъ не вполнѣ надежнымъ, и потому Совѣщаніе полагало желательнымъ увеличить толщину каменнаго слоя до 0,25 саж. согласно типу, примѣняемому Кіевскимъ Округомъ въ свободныхъ частяхъ р. Днѣпра. При этомъ, по предложенію инж. Бушмакина, Совѣщаніе признало необходмымъ особенно отмѣтить, что мостовая эта, исполняемая насухо, за перемычками, непремѣнно должна упираться нижней своей гранью въ дно каналовъ.

### *5. Смѣта и расцѣнка на гидротехническія сооруженія.*

При разсмотрѣніи вопроса объ опредѣленіи стоимости всѣхъ намѣченныхъ работъ Совѣщаніе, по предложенію Управляющаго Отдѣломъ Водяныхъ Сообщеній инж. Калинина, признало нужнымъ внести въ проектъ слѣдующія измѣненія:

1. Цѣна цемента понижена съ 55 до 50 коп. за пудъ, а металлическихъ частей шлюзныхъ воротъ и затворовъ—съ 6 до 4 руб. за пудъ, согласно даннымъ опыта работъ на р.р. Окѣ и Сѣв.-Донцѣ.

2. Цѣна рабочаго понижена съ 1 руб. до 90 коп. согласно вѣдомости нормальныхъ цѣнъ для даннаго района.

3. Въ сооруженіяхъ у Вильнаго и Ненасытецкаго пороговъ, гдѣ количество камня изъ выемокъ недостаточно для смѣтнаго количества каменной кладки, отсыпей и мостовыхъ, необходимо включить въ смѣту стоимость этого недостающаго камня по общей цѣнѣ выемки его вблизи работъ, т. е. по 17 рублей за куб. саж., такъ какъ подвозка его изъ избытка, имѣющагося на другихъ сооруженіяхъ, можетъ оказаться еще болѣе дорогой.

4. Включены въ смѣту: стоимость улучшенія участка отъ Кайдакъ до гор. Екатеринослава (800 тыс. руб.) и стоимость плавучихъ огражденій плотинъ (210 тыс. руб.) *). Включеніе въ смѣту стоимости запасныхъ воротъ (156.000 руб.) признано излишнимъ, такъ какъ при парныхъ шлюзахъ, въ случаѣ порчи одного изъ нихъ, судоходство можетъ временно удовлетворяться другимъ.

---

*) Всего 3.000 пог. саж. по 70 руб. за 1 пог. саж., согласно подсчету инж. Розова, провѣренному въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній.

Затѣмъ, Совѣщаніемъ было признано весьма желательнымъ, чтобы смѣтная стоимость выемки 1 куб. саж. скалистаго грунта—17 руб. при условіи выполненія проектнаго профиля выемки—была подтверждена путемъ производства опытныхъ работъ, поставленныхъ въ достаточно широкихъ размѣрахъ.

Желательность такой опытной повѣрки вытекаетъ изъ того соображенія, что общій объемъ выемки скалистаго грунта при постройкѣ проектируемыхъ гидротехническихъ сооруженій (не считая устройства силовыхъ станцій) достигаетъ 270.000 куб. саж., цѣна же въ 17 руб. съ куб. саж. казалась нѣкоторымъ членамъ Совѣщанія нѣсколько преуменьшенной.

Пересчитанная въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній, согласно указаннымъ измѣненіямъ и дополненіямъ, смѣта на гидротехническія сооруженія представляется въ такомъ видѣ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | Улучшеніе судоходныхъ условій отъ Екатеринославла до Кайдакъ . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 800.000 | руб. |
| 2. | Кайдакскій шлюзованный каналъ . . . . . . . . . . | 2.420.734 | » |
| 3. | Лоханская плотина со шлюзомъ . . . . . . . . . | 3.911.735 | » |
| 4. | Ненасытецкая » » » . . . . . . . . . . | 3.990.814 | » |
| 5. | Федоровская » » » . . . . . . . . . . | 4.395.605 | » |
| 6. | Вильная » » » . . . . . . . . . . | 3.569.048 | » |
| 7. | Разработка отдѣльныхъ заборъ ниже Вильной плотины . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 246.546 | » |
| 8. | Качкасскій шлюзованный каналъ съ желѣзнодорожнымъ віадукомъ . . . . . . . . . . . . . . . . . | 3.353.600 | » |
| 9. | Стоимость дополнительнаго количества камня для Ненасытецкаго и Вильнаго сооруженій (53.179 куб. саж. по 17 руб.) . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 904.043 | » |
| 10. | Увеличеніе стоимости Лоханскаго и Вильнаго сооруженій, при устройствѣ ихъ согласно указаніямъ Техническаго Совѣщанія, составляетъ 100.000 руб.; но за вычетомъ стоимости добываемаго при этомъ на Вильномъ сооруженіи камня, необходимаго для этой плотины (120.000 руб.) и уже учтеннаго въ цифрѣ п. 9, подлежатъ здѣсь внесенію въ смѣту лишь 160.000—120.000 = . . . . . . . . . . . . . . | 40.000 | » |
| 11. | Устройство перемычекъ и другихъ приспособленій для постройки плотинъ . . . . . . . . . . . . . . . | 2.100.000 | » |

12. Устройство загражденій для ремонта шлюзовъ . . 180.000 руб.
13. Плавучія огражденія плотинъ . . . . . . . . . . . . 210.000 »

Итого . . . 26.122.125 руб.

14. На орудія работъ и непредвидѣнные расходы 9% отъ суммъ, исчисленныхъ по п.п. 1—13 . . . . . 2.350.991 »

Всего строительныхъ расходовъ . . . 28.473.116 руб.

(или, кругло, 28.470.000 руб.).

15. Администрація работъ—4% отъ суммъ, исчисленныхъ по п.п. 1—14 . . . . . . . . . . . . . . . . . 1.138.924 руб.
16. Отчужденіе земель и угодій . . . . . . . . . . . . 1.681.507 »

Всего . . . 31.293.547 руб.

или, кругло, 31.300.000 рублей.

Что касается проекта устройствъ, имѣющихъ цѣлью утилизацію гидравлической энергіи Днѣпровскихъ пороговъ, то Совѣщаніе обратило вниманіе на расположеніе гидро-электрическихъ станцій въ планѣ съ точки зрѣнія интересовъ судоходства. При этомъ Совѣщаніе находило возможнымъ одобрить то расположеніе станцій, которое изображено на планахъ разсматриваемаго варіанта, такъ какъ это расположеніе не угрожаетъ судоходству неудобствами.

По поводу исполненныхъ инж. Юргевичемъ и Розовымъ подсчетовъ стоимости отчужденія земель и угодій, какъ при устройствѣ сооруженій по варіанту этихъ инженеровъ, такъ и при устройствѣ Лоханской плотины по проекту инж. Рундо, Техническое Совѣщаніе, не имѣя возраженій ни противъ самаго метода опредѣленія этой стоимости, ни противъ ариѳметическихъ исчисленій какъ провѣренныхъ въ Отдѣлѣ В. и Ш. С., *) не считало однако возможнымъ одобрить ту или иную опредѣленную цифру, не входя въ обсужденіе вопроса о правильности принятыхъ оцѣнокъ, и находило возможнымъ лишь признать, что площади затопленія опредѣлены правильно по кривой подпора наивысшихъ водъ, что провѣрено въ Отдѣлѣ Вод. Сообщ. Въ частномъ случаѣ при постройкѣ Лоханской

*) Провѣрку площадей затопленія и кривой подпора производилъ инженеръ Б. Алексѣевъ.

плотины по проекту инж. Рундо затопленіе въ гор. Екатеринославѣ распространяется на 81 десятину.

### 6. *Гидроэлектрическая часть.*

Переходя къ гидроэлектрической части по докладу инж. Алексѣева, составляющему особое приложеніе, Техническое Совѣщаніе высказало слѣдующія соображенія:

Предсѣдателемъ инж. А. Н. Липинымъ было указано на желательность составленія смѣтныхъ исчисленій стоимости и доходности по каждой станціи отдѣльно для возможности сравненія ихъ между собою. Во исполненіе этого пожеланія была представлена записка **), данныя которой сведены въ слѣдующую таблицу:

| СТАНЦІИ. | Мощность станцій въ лош. сил. | Стоимость станціи въ рубляхъ. | Предполагаемый чистый*) доходъ въ рубляхъ. | Чистый *) доходъ въ %. |
|---|---|---|---|---|
| Лоханская . . | 9.860 | 5.963.458 | 125.710 | 2,1 |
| Ненасытецкая . | 30.396 | 8.149.633 | 1.839.523 | 22,5 |
| Федоровская. . | 31.416 | 9.393.283 | 1.766.090 | 18,8 |
| Вильная . . . | 29.240 | 10.043.680 | 1.434.877 | 14,3 |

Инж. Юскевичъ отмѣтилъ, что у подводящихъ воду бассейновъ желательно имѣть водоспуски для пропуска льда и случайно попавшихъ въ бассейны предметовъ, для чего, по его мнѣнію, надлежитъ повернуть турбинныя станціи наклонно къ теченію и устроить водоспуски ниже станцій съ лѣвой стороны ихъ. Инж. Розовъ разъяснилъ, что такіе водоспуски—небольшіе по размѣрамъ—намѣчены и проектомъ, но справа отъ турбинныхъ зданій въ отдѣляющихъ бассейны отъ нижняго бьефа дамбахъ. Инж. Юргевичъ добавилъ къ этому, что перенесеніе водосливовъ влѣво отъ зданій береговой стороны было бы связано съ значительнымъ расходомъ въ виду высоты и скалистаго строенія береговъ.

Останавливаясь особо на Лоханской станціи, инж. Юскевичъ указалъ на большое увеличеніе здѣсь стоимости лошадиной силы по сравненію съ составленнымъ имъ проектомъ, такъ какъ, по его мнѣнію,

*) За уплатой процентовъ на капиталъ.

**) Составлена инж. Юргевичемъ и Розовымъ, провѣрялъ инж. Б. Алексѣевъ.

несмотря на паденіе мощности станціи въ два раза, расходы по сооруженію ея не могутъ замѣтно понизиться. Вполнѣ подтверждая это, инж. Юргевичъ указалъ, что ухудшеніе Лоханской станціи и въ пояснительной запискѣ къ представленному варіанту отмѣчено, какъ невыгодная сторона его по сравненію съ проектомъ инж. Рундо и Юскевича, но что такое ухудшеніе неизбѣжно, если желаютъ устранить затопленіе гор. Екатеринослава и Новомосковска и сдѣлать проектъ вообще практически исполнимымъ. Поэтому Лоханская станція и должна быть поставлена послѣдней по времени постройки. Пренебрегать же ею совершенно не слѣдуетъ, такъ какъ всегда она можетъ дать хотя бы и небольшой доходъ, причемъ промышленность получитъ по дешевой цѣнѣ 10.000 лош. силъ. Конечно, строить Лоханскую станцію нужно будетъ лишь тогда, когда сбытъ энергіи будетъ вполнѣ обезпеченъ.

## Дополненіе къ докладу инж. Алексѣева.

Гидроэлектрическая часть проекта инж. Рундо и Юскевича и въ варіантѣ Кіевскаго округа п. с. осталась почти безъ измѣненія. Существенныя отступленія отъ первоначальныхъ предположеній сдѣланы только въ очертаніи подводящихъ къ турбиннымъ станціямъ воду бассейновъ, которымъ приданы значительные размѣры, какъ въ ширину, такъ и въ длину, для возможности лучшаго отстаиванія воды. Кромѣ того значительно уменьшились напоры на Лоханской плотинѣ, благодаря чему количество получаемой на ней энергіи уменьшилось приблизительно въ два раза. На остальныхъ же станціяхъ напоры остались почти безъ измѣненія, какъ видно изъ слѣдующей таблицы:

| СТАНЦІИ: | По проекту инженеровъ Рундо и Юскевича. Рабочіе напоры въ метрахъ. | | $\frac{H}{P}$ | По варіанту Кіевскаго Округа п. с. Рабочіе напоры въ метрахъ. | | $\frac{H'}{P'}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | При низкой водѣ—H. | При высокой водѣ—P. | | При низкой водѣ H'. | При высокой водѣ—P'. | |
| Лоханская . . | 5,36 | 4,03 | 1,33 | 2,90 | 1,13 | 2,57 |
| Ненасытецкая . | 8,76 | 5,85 | 1,50 | 8,94 | 5,82 | 1,54 |
| Волнигская (Федоровская) . | 9,08 | 4,61 | 1,97 | 9,24 | 5,85 | 1,58 |
| Вильная . . . | 8,23 | 3,24 | 2,54 | 8,60 | 3,40 | 2,53 |

Изъ сравненія цифръ столбцовъ 4-го и 7-го видно, что условія работы турбинъ, въ отношеніи колебаній рабочаго напора, остались почти безъ измѣненія на Ненасытецкой и Вильной станціяхъ, значительно улучшились на Федоровской станціи и сильно ухудшились на Лоханской станціи.

Соотвѣтственно съ уменьшеніемъ напора на Лоханской плотинѣ понизилась и общая производительность сѣти станцій.

| СТАНЦІИ: | Мощность станцій. По проекту инж. Рундо и Юскевича. | По варіанту Кіевскаго Округа п. с. |
|---|---|---|
| Лоханская . . . . . . | 19.992 | 9.860 |
| Ненасытецкая . . . . . | 29.784 | 30.396 |
| Волнигская (Федоровская). | 30.872 | 31.416 |
| Вильная . . . . . . . | 27.982 | 29.240 |
| Итого . . . | 108.630 | 100.912 |

Пониженіе общее мощности станціи объясняется тѣмъ, что по проекту инж. Рундо и Юскевича предполагалось утилизировать паденіе не только порожистой части, но и участка отъ пороговъ до г. Екатеринослава и даже далѣе, такъ какъ у Екатеринослава меженній подпоръ достигалъ до 0,29 саж., между тѣмъ по варіанту Кіевскаго Округа, во избѣжаніе затопленій, утилизируется паденіе только самой порожистой части.

Стоимость работъ по варіанту Кіевскаго Округа опредѣлилась приблизительно въ 33½ милл. рублей, что на добываемую лошадиную силу составляетъ около 330 рублей.

### Соображенія докладчика.

Проектъ инж. Юскевича и Рундо разсмотрѣнъ уже Техническимъ Совѣщаніемъ и въ отношеніи его гидроэлектрической части приняты Совѣщаніемъ слѣдующія заключенія:

1. Для гидроэлектрическихъ станціи у Вильнаго и Волнигскаго пороговъ составить въ детальномъ проектѣ варіантъ съ устройствомъ парового резерва, взамѣнъ проектированныхъ нынѣ запасныхъ турбинъ малаго напора.

2. При окончательной проектировкѣ линіи передачи электрической энергіи принять слѣдующія нормы допускаемыхъ напряженій и расчетныхъ нагрузокъ.

а) для мѣдныхъ проводовъ—прочное сопротивленіе разрыву принять согласно нормъ, утвержденныхъ Инженернымъ Совѣтомъ; разрывающее усиліе вычислить для случая обледенѣнія проводовъ при морозѣ въ — 20° С. и для случая обледенѣнія проводовъ при морозѣ — 5° С. и безвѣтріи, при чемъ размѣры возможнаго обледенѣнія должны быть выбраны по данномъ непосредственныхъ наблюденій;

б) для остальныхъ мачтъ, при обрывѣ всѣхъ проводовъ одного пролета и нагрузкѣ сосѣдняго пролета согласно пункта а, допускаемое напряженіе стали на изгибъ нигдѣ не должно превосходить 1.000 килогр./смт.$^2$, коэффиціентъ устойчивости на опрокидываніе долженъ быть равенъ 1,75—2,00 и наибольшее давленіе на грунтъ подъ фундаментомъ мачты не должно превосходить 1,5 килогр./смт.$^2$= =0,6 пуд./кв. дм.

3. За исправленіями и добавленіями согласно п.п. 1 и 2 настоящаго заключенія, въ разсматриваемомъ эскизномъ проектѣ не усматривается техническихъ препятствій къ осуществленію предположенныхъ гидроэлектрическихъ установокъ, утилизирующихъ энергію паденія воды на протяженіи Днѣпровскихъ пороговъ.

4. Настоящій эскизный проектъ представить на разсмотрѣніе Инженернаго Совѣта.

Въ виду того, что въ варіантѣ Кіевскаго Округа путей сообщенія существенно измѣнилось только расположеніе подводящихъ бассейновъ и турбинной установки на Лоханской плотинѣ, и что все остальное: турбинныя установки на остальныхъ станціяхъ, помѣщенія для турбинъ, електрическое оборудованіе станцій, линія передачи и распредѣлительныя подстанціи—остались почти безъ всякихъ измѣненій по сравненію съ проектомъ инж. Юскевича и Рундо, очевидно и всѣ замѣчанія Техническаго Совѣщанія относятся полностью къ варіанту Кіевскаго Округа путей сообщенія. Сомнѣніе можетъ возбудить исключительно расположеніе бассейновъ и Лоханская станція. Но предположенное расширеніе первыхъ можетъ быть признано только желательнымъ, что же касается Лоханской станціи, то ухудшеніе ея работы неизбѣжно, вслѣдствіе использованія меньшаго напора. Поэтому докладчикъ полагаетъ, что варіантъ Кіевскаго Округа можетъ быть одобренъ въ качествѣ предварительнаго, показывающаго техническую возможность утилизировать въ будущемъ гидравлическую энергію пороговъ.

Что касается приведеннаго въ варіантѣ Кіевскаго Округа исчисленія стоимости всѣхъ гидроэлектрическихъ устройствъ и ихъ вѣроятной доходности, то, по провѣркѣ въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сооб-

щеній, подсчеты количества работъ оказались правильными и единичныя цѣны на выемку грунта, бетонъ и проч. строительныя работы приняты тѣ же, что и въ гидротехнической части варіанта. Стоимость механическаго и электрическаго оборудованія, линіи передачи и трансформаторныхъ подстанцій исчислены въ тѣхъ же цифрахъ, какія были приняты инж. Юскевичемъ на основаніи сношеній съ нѣкоторыми крупными фирмами, работающими въ данной области машиностроенія; цифры эти, повидимому, слѣдуетъ считать принятыми съ достаточной осторожностью.

Вся ариѳметическая часть смѣты и исчисленій доходности была провѣрена въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній, при чемъ общій итогъ въ суммѣ около тридцати трехъ съ половиной милліоновъ рублей оказался правильнымъ.

Послѣ такого разсмотрѣнія смѣты въ Отдѣлѣ Водяныхъ Сообщеній докладчикъ полагаетъ, что общая стоимость гидроэлектрическихъ устройствъ при шлюзованіи Днѣпровскихъ пороговъ по варіанту Кіевскаго Округа путей сообщенія дѣйствительно должна быть близка къ тридцати тремъ съ половиной милліонамъ рублей.

## Заключенія Техническаго Совѣщанія.

На основаніи изложенныхъ соображеній и имѣя въ виду представленныя проектныя данныя, Техническое Совѣщаніе пришло къ слѣдующимъ заключеніямъ.

### А. По гидротехнической части.

1. Одобрить варіантъ проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ, составленный Кіевскимъ Округомъ путей сообщенія. за слѣдующими измѣненіями.

а) Входъ въ судоходный каналъ Лоханскаго шлюза измѣнить, какъ показано на соотвѣтствующемъ планѣ зелеными чернилами.

б) Передвинуть Вильный шлюзъ и ограждающую выходъ изъ него дамбу такъ, чтобы голова послѣдней не выходила за линію естественныхъ выступовъ берега во избѣжаніе поврежденій этой головы ледоходомъ и теченіемъ; измѣненія эти показаны на планѣ зелеными чернилами.

в) Толщину мостовой на откосахъ дамбъ, ограждающихъ каналы, увеличить до 0,25 саж.

2. Стоимость устройства всѣхъ сооруженій, необходимыхъ для обезпеченія потребностей судоходства, исчисленную по данному варіанту въ суммѣ двадцати восьми съ половиной милл. рублей, не включая сюда расходовъ на администрацію работъ и на отчужденіе, признать непреувеличенной.

3. Въ случаѣ признанія возможности подтопленія части территоріи гор. Екатеринослава, Новомосковска и прибрежныхъ земель выше Кайдакскаго порога подпоромъ, согласно второму варіанту проекта инж. Рундо, стоимость проекта измѣнится согласно даннымъ, изложеннымъ въ соображеніяхъ настоящаго журнала и приложенныхъ къ нему матеріалахъ.

## Б. По гидроэлектрической части.

1. Признать проектъ инж. Рундо и Юскевича съ измѣненіями Кіевскаго Округа путей сообщенія допускающимъ возможность использованія до 95% общаго паденія порожистой части въ низкую воду, что даетъ приблизительно 100.000 лош. силъ.

2. Признать исчисленную проектомъ инж. Рундо и Юскевича съ измѣненіями Кіевскаго Округа путей сообщенія стоимость гидроэлектрическихъ сооруженій въ суммѣ тридцать три съ половиной милліона рублей опредѣленною съ достаточной приближенностью и осторожностью, чтобы по ней можно было судить о степени выгодности утилизаціи гидравлической энергіи.

3. Указать на необходимость при детальномъ составленіи проекта принять во вниманіе всѣ указанія Техническаго Совѣщанія отъ 12 мая 1911 года.

# ЖУРНАЛЪ
## ИНЖЕНЕРНАГО СОВѢТА.
## № 36.

*4 и 5 апрѣля 1912 г.*

Предсѣдательствовалъ Д. С. С. *Козыревъ.*

Присутствовали:

| | | |
|---|---|---|
| Членъ Инженернаго Совѣта | тайный совѣтникъ | *Бѣлелюбскій.* |
| " " " | " " | *Риппасъ.* |
| " " " | " " | *Максимовичъ.* |
| " " " | " " | *Гершельманъ.* |
| " " " | дѣйств. стат. сов. | *Струве* *). |
| " " " | " " " | *Куницкій.* |
| " " " | " " " | *Мерчингъ.* |
| " " " | " " " | *Антошинъ.* |
| Исп. об. члена Совѣта | " " " | *Любимовъ* **). |
| Представ. военнаго вѣдомства | " " " | *Плевинскій.* |
| Представ. Мин. Финансовъ | " " " | *Бончъ-Осмоловскій.* |
| Нач. Упр. В. В. П. и Ш. Д. | " " " | Князь *Шаховской.* |
| Зам. Нач. У. В. В. П. и Ш. Д. | " " " | *Липинъ.* |
| Представ. Госуд. Контроля | статскій совѣтникъ | *Беклемишевъ* *). |

Лицо, командированное въ засѣданіе Совѣта отъ Управл. Вн. Водн. Пут. и Шосс. Дор. колл. сов. *Калининъ.*

Лица, приглашенныя въ засѣданіе Совѣта:

Начальникъ Кіевскаго Округа п. с. дѣйств. стат. совѣт. *Юргевичъ.*
Представитель Кіевскаго Округа п. с. инженеръ *Розовъ.*
" " " " " колл. асс. *Рундо* *).
" " " " " " " *Юскевичъ.*

---

*) Въ засѣданіи 4 апрѣля.
**) Въ засѣданіи 5 апрѣля.
*) Въ засѣданіи 4 апрѣля.

Слушаны при семъ приложенные доклады членовъ Инженернаго Совѣта тайн. сов. Гершельмана и д. с. с. Мерчинга по проекту шлюзованія порожистой части рѣки Днѣпра съ утилизаціей энергіи паденія воды, внесенному въ Совѣтъ при отношеніяхъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ 10 августа 1911 г., № 10873, и 2 марта 1912 г., № 3951.

---

**Справка.** При внесеніи на разсмотрѣніе Инженернаго Совѣта проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ, въ связи съ утилизаціей энергіи ихъ паденія, составленнаго инженерами Рундо и Юскевичемъ, Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, 10 августа 1911 года, за № 10873, просило поставить особо на обсужденіе Совѣта слѣдующіе вопросы:

1) объ улучшеніи судоходныхъ условій порожистой части Днѣпра при помощи такихъ сооруженій, которыя могли бы впослѣдствіи служить также и при утилизаціи гидравлической силы пороговъ.

2) О выборѣ мѣстъ расположенія сооруженій на продольномъ профилѣ и о наивыгоднѣйшемъ числѣ таковыхъ.

3) О допустимыхъ поверхностныхъ скоростяхъ теченія въ деривационныхъ каналахъ и о типахъ поперечныхъ сѣченій этихъ каналовъ, въ связи съ кривизной ихъ въ планѣ.

и 4) О наивыгоднѣйшихъ типахъ плотинъ при данныхъ мѣстныхъ условіяхъ и объ удобнѣйшихъ способахъ производства работъ по возведенію глухихъ плотинъ въ руслѣ р. Днѣпра.

---

## Заключенія докладчиковъ.

### А. По проекту гидротехническихъ устройствъ.

Докладчикъ, членъ Совѣта, тайн. сов. Гершельманъ, соглашаясь съ заключеніемъ Техническаго Совѣщанія Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, полагалъ:

1) Одобрить варіантъ проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ съ указанными въ немъ Техническимъ Совѣщаніемъ измѣненіями, относящимися къ измѣненію входа въ судоходный каналъ Лоханскаго шлюза и расположенія Вильнаго шлюза съ ограждающею выходъ изъ него дамбою, и къ увеличенію толщины мостовой на откосахъ дамбъ, ограждающихъ деривационные каналы;

2) Признать необходимымъ:

чтобы при постройкѣ Кичкасскаго канала и сооруженій на Вильномъ порогѣ, какъ только по ходу дѣла къ тому представится возможность, была практически испытана степень удобства входа въ деривационные каналы и выхода изъ нихъ судовъ и плотовъ при разныхъ горизонтахъ воды;

чтобы результаты этихъ опытовъ были приняты во вниманіе при дальнѣйшемъ производствѣ работъ по возведенію сооруженій на другихъ порогахъ;

чтобы у Вильной плотины были произведены наблюденія надъ распространеніемъ подпора, которыя могутъ служить къ повѣркѣ степени совпаданія въ данномъ случаѣ результатовъ теоретическихъ расчетовъ съ дѣйствительностью, причемъ, въ случаѣ надобности, могли бы быть введены соотвѣтствующія поправки въ размѣры остальныхъ плотинъ, и

чтобы при разработкѣ, по соглашенію съ Управленіемъ Екатерининской желѣзной дороги, подробнаго проекта желѣзнодорожнаго путепровода черезъ Кичкасскій деривационный каналъ была принята во вниманіе желательность уменьшенія пролета путепровода, насколько это окажется возможнымъ безъ стѣсненія судоходства и сплава.

### Б. По проекту гидроэлектрическихъ устройствъ.

Въ виду соображеній, изложенныхъ въ докладѣ, членъ Совѣта, дѣйств. стат. сов. Мерчингъ полагалъ:

I. Общая схема намѣченной электрификаціи водной силы Днѣпровскихъ пороговъ по обоимъ варіантамъ ихъ шлюзованія представляется практически осуществимой и возможной.

II. Принятыя въ основаніе въ эскизномъ проектѣ инж. Юскевича главныя предположенія могутъ быть приняты и при составленіи детальнаго проекта, но съ тѣмъ, чтобы:

1) въ проектъ было введено дополнительное устройство въ потребительныхъ центрахъ вторичныхъ подстанцій, понижающихъ напряженіе отпускаемаго потребителямъ тока, а также соотвѣтственная распредѣлительная сѣть;

2) всѣ линіи передачи были разсчитаны, принимая во вниманіе ихъ емкость, расположенную вдоль всей линіи;

3) напряженіе въ матеріалѣ проводовъ изъ крѣпко тянутой мѣди не было выше 12 кил. на кв. м.м. при 40 кил. временнаго сопротивленія при условіяхъ расчета указанныхъ въ постановленіи Техническаго Совѣщанія Управленія внутреннихъ водныхъ путей и шос-

сейныхъ дорогъ, а въ стали поддерживающихъ мачтъ не свыше 10 кил. на кв. м.м.; равнымъ образомъ, максимальное давленіе на грунтъ должно быть по возможности понижено, коэффиціентъ же сопротивленія опрокидыванію не меньше 2;

4) по всѣмъ прочимъ нормамъ должны быть соблюдены нормы, установленныя Инженернымъ Совѣтомъ по проекту Комиссіи тайн. сов. Горчакова;

5) въ детальномъ проектѣ были придвидѣны варіанты;

а) расчета и смѣты въ предположеніи 25 періодовъ для тока независимо отъ варіанта на 50;

б) паровой резервной станціи незначительной мощности или на одной изъ станцій каптажа или на потребительныхъ подстанціяхъ;

в) проводки двухъ линій передачи отдѣльной другъ отъ друга, по возможности по 2 сторонамъ р. Днѣпра.

По отношенію къ смѣтѣ, признать, что таковая, при обязательномъ, согласно пункту 1-му, введеніи въ проектъ дополнительныхъ понижательныхъ станцій и распредѣлительной сѣти, повысится примѣрно на сумму около двухъ милліоновъ рублей.

III. Если по условіямъ гидротехническимъ не можетъ быть осуществленъ на Лоханской станціи предполагавшійся въ первомъ варіантѣ напоръ, то признать и при пониженномъ напорѣ возможность электрификаціи Лоханской плотины, при условіи, чтобы работы по этому сооруженію производились лишь во вторую очередь, когда окажется, что рынокъ не удовлетворенъ количествомъ энергіи, доставляемымъ тремя другими генераторными станціями.

## Соображенія Инженернаго Совѣта.

По первому изъ поставленныхъ на разрѣшеніе Совѣта основныхъ вопросовъ, объ улучшеніи судоходныхъ условій порожистой части р. Днѣпра при помощи такихъ сооруженій, которыя могли бы впослѣдствіи служить также при утилизаціи гидравлической энергіи, Инженерный Совѣтъ остановился на слѣдующихъ соображеніяхъ:

Для улучшенія судоходныхъ условій въ Днѣпровскихъ порогахъ могли бы быть примѣнены различныя системы: 1) удаленіе скалистыхъ препятствій въ руслѣ рѣки помощью взрывныхъ работъ или механическимъ раздробленіемъ съ устройствомъ шлюзованныхъ каналовъ на порогахъ съ большимъ паденіемъ; 2) устройство большаго числа поперечныхъ плотинъ для подъема уровня водъ на прилегающихъ участкахъ, съ достиженіемъ на нихъ глубины, достаточной для судоходства и устройствомъ обходныхъ около плотинъ каналовъ и на-

конецъ, 3) преграждені̇емъ рѣки при помощи небольшого числа поперечныхъ плотинъ, на которыхъ сосредоточивается паденіе прилегающихъ участковъ пороговъ, съ устройствомъ при нихъ шлюзовъ для пропуска судовъ; такъ какъ, въ этомъ послѣднемъ случаѣ, изъ общаго расхода рѣки, собственно для надобностей судоходства потребуется лишь незначительная часть воды, въ видѣ сливныхъ призмъ при шлюзованіи судовъ, то паденіемъ остального количества воды можно будетъ воспользоваться для полученія механической работы помощью турбинныхъ устройствъ.

По предварительнымъ расчетамъ, на пространствѣ 60 верстъ порожистой части Днѣпра можно получить такимъ образомъ свыше 110.000 лошадиныхъ силъ, и этою работою воспользоваться для самыхъ разнообразныхъ цѣлей, и прежде всего для замѣны работы всякаго рода другихъ, болѣе дорогихъ двигателей, въ промышленномъ районѣ Екатеринослава и его окрестностей.

Въ послѣднее время вездѣ за границею, въ Швейцаріи, Австріи, Франціи, Германіи и Швеціи, а также въ Сѣверной Америкѣ, осуществляется въ большомъ масштабѣ использованіе водопадовъ и порожистыхъ участковъ рѣкъ при помощи гидроэлектрическихъ устройствъ, для приведенія въ дѣйствіе заводовъ и фабрикъ, для освѣщенія населенныхъ мѣстъ, электрификаціи желѣзныхъ дорогъ и т. д. Число и размѣры устройствъ этого рода все болѣе и болѣе разростаются. Въ Россіи также неоднократно были сдѣланы предложенія, направленныя къ утилизаціи болѣе значительныхъ пороговъ на нашихъ рѣкахъ—Днѣпра, Волхова, Msты и др., для полученія механической энергіи. При такихъ условіяхъ, приступая къ капитальнымъ, дорого стоющимъ мѣрамъ для улучшенія условій судоходства въ Днѣпровскихъ порогахъ, не слѣдуетъ, по мнѣнію Инженернаго Совѣта, отказаться отъ возможности, которая при этомъ представляется, совмѣстить цѣль сооруженій, возводимыхъ для нуждъ судоходства, съ назначеніемъ ихъ для утилизаціи энергіи паденія воды на протяженіи пороговъ. Для этого необходимо лишь, какъ это и предположено представленными нынѣ проектами, при устройствѣ поперечныхъ плотинъ для возвышенія уровня воды, не раздроблять паденіе на мелкія части, а сосредоточить болѣе значительные подпоры въ немногихъ пунктахъ. При такихъ условіяхъ, построивъ въ первую очередь сооруженія, потребныя для цѣлей судоходства, возможно впослѣдствіи при нихъ же построить гидроэлектрическія станціи для утилизаціи силъ паденія воды.

По второму вопросу: о выборѣ мѣстъ расположенія сооруженій и

числѣ ихъ, Инженерный Совѣтъ призналъ правильнымъ примѣрное расположеніе плотинъ, въ числѣ четырехъ, и распредѣленіе на нихъ подпоровъ, преполагая, что при выработкѣ детальныхъ проектовъ сооруженій окончательное расположеніе каждой плотины будетъ избрано въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, которыя выяснятся путемъ спеціальныхъ изслѣдованій, повѣрочнымъ буреніемъ и пр. Основываясь на томъ, что по геологическимъ причинамъ, надежный грунтъ для устройства основаній сооруженій въ нижнихъ частяхъ пороговъ обыкновенно расположенъ гораздо ближе къ поверхности, что подтверждается и для пороговъ Днѣпра результатами произведенныхъ изслѣдованій грунта, а равно заявленіемъ Начальника Кіевскаго Округа инж. Юргевича, Инженерный Совѣтъ полагалъ, что плотины должны быть возведены *ниже пороговъ*. Хотя при такомъ расположеніи стоимость устройства самихъ плотинъ и большая, чѣмъ при устройствѣ плотинъ выше пороговъ, но зато достигается уменьшеніе длины деривaціонныхъ каналовъ и, при крутыхъ скалистыхъ берегахъ и большей ширинѣ каналовъ, значительное сокращеніе стоимости ихъ (по заявленію Начальника Кіевскаго Округа п. с. на сумму около 5 милліоновъ руб.).

Вслѣдствіе принятаго расположенія плотинъ, получается возможность утилизировать впослѣдствіи все приходящееся на нихъ паденіе пороговъ, болѣе 110 тысячъ лошадиныхъ силъ. При этомъ подпоры распредѣляются слѣдующимъ образомъ: на Ненасытецкой плотинѣ— 4,19 саж. (наименьшій весенній напоръ 2,73 саж.), на Федоровской плотинѣ 4,33 саж. (весенній 2,74) и на Вильной 4,03 (весенній 1,73) саж. Исключеніе составляетъ Сурско-Лоханская плотина, для которой возможный подпоръ пониженъ до 1,36 саж. при соотвѣтственномъ весеннемъ 0,53 саж., въ видахъ избѣжанія затопленія города Екатеринослава. Въ случаѣ допущенія такого затопленія казнѣ пришлось бы, по объясненію Начальника Кіевскаго Округа п. с., заплатить собственникамъ не только за добавочную затопляемую полосу, но и за участки, которые подвергаются затопленію и теперь, такъ какъ черта, до которой доходятъ весеннія воды, въ разные годы мѣняетъ свое положеніе, и выясненіе дѣйствительныхъ размѣровъ площади, затопленіе которой вызывается плотиною, весьма затруднительно. При этомъ всякое возвышеніе гребня Сурско-Лоханской плотины, допускающее распространеніе кривой подпора выше Богословскаго острова, вызоветъ необходимость отчужденій въ предѣлахъ города Екатеринослава и прилегающихъ къ нему селеній, минимальная стоимость которыхъ оцѣнивается въ 6 милліоновъ рублей. Посему Инже-

нерный Совѣтъ полагалъ, что на Сурско-Лоханской плотинѣ можетъ быть допущенъ лишь такой подпоръ, который не вызываетъ затопленія территоріи гор. Екатеринослава (не выше Богословскаго острова).

По третьему вопросу Управленія водныхъ путей, признавая совмѣщеніе цѣлей судоходства и будущей утилизаціи энергіи необходимымъ при устройствѣ плотинъ, такъ какъ при этомъ вторая цѣль достигается попутно, безъ добавочныхъ расходовъ и безъ нарушенія интересовъ судоходства и сплава, Инженерный Совѣтъ полагалъ, что каналы, подводящіе воду къ гидроэлектрическимъ станціямъ, должны быть устроены отдѣльно отъ деривaціонныхъ судоходныхъ каналовъ. При назначеніи этихъ послѣднихъ также для пропуска напорной воды, въ количествѣ, потребномъ для утилизаціи силы паденія пороговъ, пришлось бы допустить въ этихъ каналахъ быстрое теченіе воды со скоростью на поверхности, доходящей по расчету до $4^1/_2$ фута въ секунду. Но подобная скорость является весьма нежелательною въ судоходномъ каналѣ, при ожидаемомъ развитіи судоходства въ будущемъ въ количествѣ до $1^1/_2$ милліона пудовъ въ каждомъ направленіи ежедневно, причемъ въ томъ же каналѣ будетъ происходить сплавъ плотовъ, что неизбѣжно приводило бы къ затрудненіямъ и замѣшательствамъ. При устройствѣ судоходныхъ каналовъ, независимыхъ отъ каналовъ, подводящихъ воду къ гидроэлектрическимъ станціямъ, скорость въ судоходныхъ каналахъ получается самая ничтожная. Ширина и радіусы закругленія судоходныхъ каналовъ приняты согласно съ заключеніемъ докладчика, причемъ, соглашаясь съ предложеніемъ члена совѣта тайнаго совѣтника Максимовича, Инженерный Совѣтъ полагалъ выразить пожеланіе, чтобы радіусъ 250 саж. былъ увеличенъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ это окажется возможнымъ безъ большихъ денежныхъ затратъ.

Наконецъ, по четвертому вопросу, въ виду необходимости постояннаго поддержанія подпора и пропуска ледохода черезъ плотины, для послѣднихъ признается наиболѣе цѣлесообразнымъ типъ глухой плотины, примѣненной въ аналогичныхъ условіяхъ на многихъ рѣкахъ Сѣверной Америки. Подобныя плотины могутъ быть построены или изъ бутовой кладки, или бетонныя, съ вкрапленными крупными булыгами, или же желѣзобетонныя. Но для даннаго случая, принявъ во вниманіе заявленіе Начальника Кіевскаго Округа, что вслѣдствіе полученія камня изъ скалистыхъ выемокъ при устройствѣ русла каналовъ, наиболѣе дешевою окажется бутовая кладка, Инженерный Совѣтъ полагалъ отдать предпочтеніе плотинамъ изъ бутовой кладки на цементномъ растворѣ, съ очертаніями по тому эскизу, который былъ

представленъ въ Инженерномъ Совѣтѣ, и со сквознымъ проходомъ, для сообщенія между обоими берегами.

Одобривъ въ общемъ планъ производства работъ по постройкѣ плотинъ, который выработанъ Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ и описанъ въ докладѣ тайнаго совѣтника Гершельмана, Инженерный Совѣтъ призналъ необходимымъ предоставить Начальнику работъ дѣлать по ходу ихъ тѣ измѣненія въ способѣ ихъ производства, которыя окажутся полезными по соображеніямъ какъ экономическимъ, такъ и техническимъ. Затѣмъ Совѣтъ остановился еще на нѣкоторыхъ частныхъ вопросахъ, возбужденныхъ по поводу разсматриваемаго проекта Предсѣдателемъ и отдѣльными членами Совѣта.

Согласно предложенію Предсѣдателя, Совѣтъ призналъ необходимымъ предвидѣть, при разработкѣ детальныхъ проектовъ сооруженій рыбныя лѣстницы или наклонныя плоскости, для возможности движенія рыбы, подымающейся въ тихіе плесы для метанія икры.

На предложенный Предсѣдателемъ вопросъ объ оставленіи въ плотинахъ отверстій для пропуска наносовъ, Начальникомъ Кіевскаго Округа, дѣйствительнымъ статскимъ совѣтникомъ Юргевичемъ, дано было объясненіе, что по аналогіи съ плотинами на рѣкахъ Сѣверной Америки, существующими въ подобныхъ же условіяхъ, нѣтъ основанія опасаться наносовъ, которые играютъ большую роль лишь въ плотинахъ на рѣкахъ съ подвижнымъ песчанымъ русломъ (у насъ Аму-Дарья). Но не исключена возможность, что въ теченіе долгаго времени у плотинъ могутъ мѣстами скопляться случайные наносы. Поэтому на этотъ вопросъ будетъ обращено вниманіе при разработкѣ деталей плотинъ.

Въ виду показаннаго на схемѣ глухой плотины углубленія подошвы ея на 0,50 сажени въ грунтъ ложа рѣки членомъ Совѣта тайнымъ совѣтникомъ Максимовичемъ было сдѣлано замѣчаніе, что въ случаѣ скалистаго грунта нѣтъ надобности выдалбливать въ скалѣ искусственное углубленіе на 0,50—1 саж. для опусканія фундамента сооруженія, а достаточно ограничиться углубленіемъ на 0,20 сажени, т. е. снять лишь наружный, менѣе прочный слой камня и выравнять горизонтально. Начальникомъ Кіевскаго Округа было объяснено, что такъ и предполагается дѣлать, а именно, при твердой скалѣ лишь расчистить верхній слой, состоящій обыкновенно изъ растреснутой слабой породы, осколковъ и т. д., до обнаженія цѣлаго материка, причемъ для каждаго сооруженія глубина заложенія опредѣлена будетъ на мѣстѣ, по надлежащемъ освидѣтельствованіи.

## Б. По проекту гидроэлектрическихъ устройствъ.

Членъ Совѣта дѣйствительный статскій совѣтникъ Антошинъ полагалъ, что, при стоимости сооруженія гидроэлектрическихъ силовыхъ станцій при плотинахъ, достигающей, согласно представленному проекту, въ среднемъ до 600 рублей на силу и при стоимости эксплоатаціи достигающей на силу въ годъ, при 6.000 часовъ работы въ годъ, до 48 руб.—62 руб. въ годъ на силу, вопросъ о выгодности использованія гидравлической энергіи Днѣпровскихъ пороговъ представляется сомнительнымъ. Нынѣ стоимость сооруженія паро-турбинныхъ установокъ мощностей, указанныхъ въ проектѣ, составляетъ отъ 60 руб. до 40 рублей на силу, а установокъ газогенеративныхъ или Дизеля обходится на 10%—15% дороже на силу, при стоимости эксплоатаціи въ первомъ случаѣ около 28 рублей за силу въ годъ, а во второмъ случаѣ около 30 рублей за силу въ годъ при томъ же числѣ 6.000 рабочихъ часовъ въ годъ, считая стоимость топлива: угля 8 коп. за пудъ и нефтяныхъ остатковъ 20 коп. за пудъ и расходъ пара по 4—4½ килограмма на паровую лошадь въ часъ. Поименованные двигатели должны обходиться значительно дешевле, какъ по первоначальному устройству, такъ и по текущему содержанію, гидравлическихъ пріемниковъ предположенныхъ проектовъ использованія водной энергіи Днѣпра при порогахъ.

Инженерный Совѣтъ, обративъ вниманіе на то, что исходить изъ цифры 600 рублей на силу неправильно, такъ какъ въ эту стоимость входятъ не только гидроэлектрическія сооруженія, но и основныя работы, имѣющія цѣлью обезпечить правильность судоходства, а равно и на неточность другихъ цифръ, приведенныхъ дѣйствительнымъ статскимъ совѣтникомъ Антошинымъ, тѣмъ не менѣе полагалъ необходимымъ, чтобы одновременно съ разработкой проекта шлюзованія порожистой части Днѣпра съ утилизаціей энергіи паденія воды были произведены, для представленія въ законодательныя учрежденія, подробные сравнительные расчеты, подтверждающіе большую экономичность полученія энергіи отъ гидроэлектрическихъ силовыхъ станцій, расположенныхъ на Днѣпровскихъ порогахъ, чѣмъ отъ иныхъ (тепловыхъ) источниковъ энергіи.

При разсмотрѣніи вопроса о напряженіи въ линіяхъ электропередачъ Предсѣдатель поставилъ на обсужденіе Совѣта вопросъ о желательности, въ видахъ болѣе всесторонняго и полнаго освѣщенія экономичности использованія энергіи Днѣпровскихъ пороговъ, разработки электромеханической части проекта въ двухъ предположеніяхъ: при напряженіи въ 67.000 вольтъ и въ 110.000 вольтъ, въ виду того, что послѣднее въ настоящее время получило уже довольно широкое распространеніе за границей.

**Мнѣніе по этому вопросу д. с. с. Мерчинга.**

Въ виду возбужденнаго вопроса о допушеніи на Днѣпровскихъ линіяхъ передачи при напряженіи больше принятаго въ проектѣ (67 тысячъ вольтъ) до 100 и болѣе тысячъ вольтъ, членъ Совѣта дѣйствительный статскій совѣтникъ Мерчингъ объяснилъ:

Несомнѣнно, что съ увеличеніемъ напряженія сокращается сѣченіе проводовъ обратно пропорціонально квадрату увеличенія напряженія, такъ что напримѣръ, если стоимость мѣди при 67 тыс. вольтъ въ 1 милл. руб., то при 100 тыс. вольтъ она будетъ $^1/_2$ милл. руб. Но одновременно съ этимъ:

1) возрастаютъ потери электричества черезъ воздухъ, т. к. кривая потерь въ зависимости отъ напряженія круто поворачиваютъ вверхъ именно при 70 тыс. вольтъ.

Въ послѣднее время (1910 г.) произведены въ Америкѣ на одной линіи (Central Colorado Power C⁰) съ высокимъ напряженіемъ чрезвычайно важныя и тщательныя количественныя опытныя опредѣленія потерь въ линіи (утечка въ воздухѣ и проч.) при разныхъ напряженіяхъ, какъ при нагрузкѣ въ линіи, такъ и при холостомъ ходѣ. Особенно важныя опредѣленія первой категоріи (при нагрузкѣ) къ сожалѣнію проведенныя только до напряженій въ 95 тыс. вольтъ, даютъ слѣдующую числовую картину, вычисленную нами по подлиннымъ американскимъ діаграммамъ *). Протяженіе линіи 180 англ. миль.

---

*) Статья англ. Уестъ. Опредѣленія потерь линейныхъ въ высоковольтной передаточной линіи въ Колорадо, Proccedings of the American Institute of Electrical Engineers январь 1911, стр. 77—85. Для цифръ въ текстѣ нами использована діаграмма опыта № 9 на стр. 83.

| Напряженіе тыс. вольтъ | Потеря въ линіи и транс. въ килоуат. | Передаваемая энергія въ килоуат. | Процентъ потери |
|---|---|---|---|
| 67 | 360 | 4.900 | 7,3% |
| 72 | 440 | 5.700 | 7,7% |
| 76 | 640 | 640 | 10,0% |
| 80 | 760 | 7.000 | 11,8% |
| 90 | 1.120 | 8.700 | 12,9% |
| 95 | 1.240 | 9.400 | 13,3% |

Такимъ образомъ при повышеніи напряженія отъ 67 тыс. вольтъ (напряженіе инж. Юскевича) до 95 тыс., потери почти удваиваются и доходятъ до 13,3% (у инж. Юскевича вся потеря составляетъ лишь около 8%). Если, что конечно уже гадательно, экстраполировать кривыя до напр. 105 тыс. вольтъ, то потеря получается до 1.700 килоуаттъ, т. е. приблизительно 17%. Но, ограничивая выводъ къ непосредственнымъ опытнымъ даннымъ, повидимому удостовѣренное американскимъ опытомъ удвоеніе линейныхъ потерь при повышеніи вольтажа отъ 67 до 95 тыс. представляетъ весьма серьезное возраженіе, независимо отъ прочихъ, противъ примѣненія напряженій выше 67 тыс. вольтъ.

2) Чѣмъ выше напряженіе, тѣмъ опаснѣе при эксплоатаціи существующія возможныя перенапряженія въ цѣпи, которыхъ особенно нужно остерегаться при высокихъ вольтажахъ.

3) До сихъ поръ въ Европѣ нѣтъ ни одной линіи работающей при напряженіи выше 70—80 тыс. вольтъ, опытъ же линіи работающей отъ горы Адамело до Милана въ 100 тыс. вольтъ далъ совершенно отрицательные результаты и линія перешла послѣ постройки на 67 тыс. вольтъ. Нынѣ въ Силезіи строится опять линія въ предположеніи 100 тыс. вольтъ, но какіе будутъ результаты ея эксплоатаціи до сихъ поръ неизвѣстно, т. к. линія (частная) не закончена постройкою.

4) Въ Америкѣ есть линія въ 100 тыс. вольтъ, но единственный, имѣющійся въ литературѣ, количественный отчетъ о ихъ дѣйствіяхъ даетъ выше приведенные крайне отрицательные результаты.

5) Опыты проф. Шателена, которому предоставлены по вопросу о Волховскихъ порогахъ матеріальныя средства на количественныя измѣренія, насколько извѣстно, до сихъ поръ еще не производятся, лекція же въ свое время проф. Шателена была только показаніемъ того, что можно получать токи въ 100 и больше тыс. вольтъ, что

было извѣстно и раньше, но вопросъ въ количественной потерѣ энергіи черезъ воздухъ и въ опасныхъ явленіяхъ перенапряженія при эксплоатаціи, что проф. Шателеномъ до сихъ поръ не выяснено.

6) Докладчикъ не возражаетъ, что при дальнѣйшемъ развитіи техники, можетъ быть, возможно будетъ побѣдить указанныя выше неудобства и повысить практически допускаемое напряженіе, въ виду чего онъ не только не возражаетъ, но даже поддерживаетъ всякую *частную* инициативу построить линію передачи съ произвольно высокимъ напряженіемъ, такъ какъ этимъ путемъ, безъ расходовъ со стороны казны и риска, можетъ быть полученъ крайне цѣнный опытный и практическій матеріалъ, но считаетъ (докладчикъ), что при сооруженіи линіи на счетъ *казны*, по теперешнему состоянію техники еще рисковано итти въ напряженіи дальше 70 тыс. вольтъ. Во всякомъ случаѣ при подсчетахъ эксплоатаціи при болѣе высокихъ напряженіяхъ необходимо учесть насколько сокращеніе количества мѣди при сооруженіи уравновѣшивается огромными потерями электрической энергіи черезъ воздухъ, не говоря уже о большемъ рискѣ при эксплоатаціи вслѣдствіе перенапряженія въ линіи.

Инженерный Совѣтъ, раздѣляя мнѣніе Предсѣдателя о желательности разработки электромеханической части проекта въ двухъ варіантахъ, а именно, кромѣ напряженія въ 67.000 вольтъ, и при болѣе высокомъ напряженіи, полагалъ, однако, не опредѣлять нынѣ для послѣдняго случая численной величины этого болѣе высокаго напряженія, предоставивъ выборъ его лицу проектирующему, при условіи, чтобы выбранное болѣе высокое напряженіе было изъ числа нынѣ примѣняемыхъ и оправданныхъ практикой.

## Заключеніе Инженернаго Совѣта.

Въ виду приведенныхъ соображеній, признавая правильными измѣненія, введенныя Кіевскимъ Округомъ Путей Сообщенія въ составленный инженерами Рундо и Юскевичемъ проектъ и соглашаясь, въ общемъ, съ заключеніями Техническаго Совѣщанія Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ и докладчиковъ, *Инженерный Совѣтъ полагалъ:*

### А. По проекту гидротехническихъ устройствъ.

1) По отношенію къ вопросамъ, внесеннымъ особо на обсужденіе Совѣта Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ:

1) Улучшеніе судоходныхъ условій порожистой части Днѣпра должно быть достигнуто при помощи такихъ сооруженій, которыя могли бы впослѣдствіи служить также и при утилизаціи гидравлической силы пороговъ.

2) поперечныя плотины должны быть построены въ числѣ четырехъ, ниже пороговъ, примѣрно на указанныхъ на продольномъ профилѣ мѣстахъ и съ указаннымъ распредѣленіемъ подпоровъ, но съ тѣмъ, чтобы для Сурско-Лоханской плотины былъ принятъ подпоръ, не вызывающій затопленія территоріи города Екатеринослава (не выше Богомоловскаго острова).

3) въ видахъ наилучшаго удовлетворенія потребностей судоходства, при одновременной утилизаціи силы паденія рѣки для полученія механической энергіи, каналы, по которымъ подводится вода къ турбиннымъ зданіямъ, должны быть устроены отдѣльно отъ судоходныхъ каналовъ. Для судоходныхъ каналовъ должна быть принята ширина по дну 30 саж. съ радіусомъ закругленій въ поворотахъ не менѣе 250 саженъ. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ это окажется возможнымъ безъ большихъ денежныхъ затратъ, желательно увеличить радіусъ.

4) наивыгоднѣйшимъ для поперечныхъ плотинъ, при данныхъ мѣстныхъ условіяхъ (обиліе камня, получаемаго изъ скалистыхъ вы емокъ), признается типъ глухой плотины изъ бутовой кладки на цементномъ растворѣ, причемъ одобряется тотъ способъ работъ по возведенію этихъ плотинъ, который предусмотрѣнъ Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, но при этомъ, однако, Начальнику работъ должно быть предоставлено, по ближайшимъ указаніямъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, дѣлать по ходу работъ тѣ измѣненія въ способѣ ихъ производства, которыя окажутся полезными по соображеніямъ какъ техническимъ, такъ и экономическимъ.

II. Вслѣдствіе сего:

1) Одобрить проектъ съ варіантомъ шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ, разработаннымъ Кіевскимъ Округомъ Путей Сообщенія, съ указанными въ немъ Техническимъ Совѣщаніемъ измѣненіями, относящимися къ улучшенію входа въ судоходный каналъ Лоханскаго шлюза и расположенія Вильнаго шлюза съ ограждающею выходъ изъ него дамбою, и къ увеличенію толщины мостовой на откосахъ дамбъ, ограждающихъ дериваціонные каналы.

2. Признать необходимымъ:

а) чтобы при постройкѣ Кичкасскаго канала и сооруженій на Вильномъ порогѣ, кокъ только по ходу дѣлъ къ тому представится

возможность, была практически испытана степень удобства входа въ деривацiонные каналы и, выхода изъ нихъ судовъ и плотовъ, при разныхъ горизонтахъ воды,

б) чтобы результаты этихъ опытовъ были приняты во вниманiе при дальнѣйшемъ производствѣ работъ по возведенiю сооруженiй на другихъ порогахъ,

в) чтобы у Вильной плотины были произведены наблюденiя надъ распространенiемъ подпора, которыя могутъ служить къ повѣркѣ степени совпаденiя въ данномъ случаѣ результатовъ теоретическихъ расчетовъ съ дѣйствительностью, причемъ, въ случаѣ надобности, могли бы быть введены соотвѣтствующiя поправки въ размѣрѣ остальныхъ плотинъ,

г) чтобы при разработкѣ детальныхъ проектовъ сооруженiй были предвидѣны рыбныя лѣстницы или наклонныя плоскости для возможности прохода рыбы, и

д) чтобы при разработкѣ, по соглашенiю съ Управленiемъ Екатерининской жел. дороги, подробнаго проекта желѣзнодорожнаго путепровода черезъ Кичкасскiй деривацiонный каналъ была принята во вниманiе желательность уменьшенiя пролета путепровода, насколько это окажется возможнымъ безъ стѣсненiя судоходства и сплава.

## Б. По проекту гидроэлектрическихъ устройствъ.

III. Всѣ гидроэлектрическiя сооруженiя, необходимыя для шлюзованiя порожистой части рѣки Днѣпра, проектировать такимъ образомъ, чтобы на каждомъ изъ четырехъ намѣченныхъ у плотинъ перепадовъ безъ дальнѣйшихъ перестроекъ возможно было въ любое время проведенiе подводящаго канала и установка соотвѣтствующаго электромеханическаго оборудованiя (турбинъ, генераторовъ, распредѣлительнаго устройства и проч.) для полученiя и передачи электрической энергiи.

IV. Общую схему намѣченной электрификацiи водной силы Днѣпровскихъ пороговъ по варiанту ихъ шлюзованiя, одобренному Инженернымъ Совѣтомъ, признать практически осуществимой и возможной.

V. Положенныя въ основанiе эскизнаго проекта инж. Юскевича главныя предположенiя признать примѣнимыми и при составленiи детальнаго проекта по варiанту, одобренному Инженернымъ Совѣтомъ, но съ тѣмъ, чтобы:

а) проектированiе линiй электропередачъ и соотвѣтствующихъ

частей оборудованія центральныхъ силовыхъ станцій и понижающихъ подстанцій было сдѣлано не только для напряженія въ линіяхъ электропередачи въ 67.000 вольтъ, но, и при болѣе значительныхъ насколько таковыя будутъ оправданы практикою *),

б) электрическій расчетъ линій электропередачъ въ обоихъ случаяхъ былъ сдѣланъ полный, съ принятіемъ во вниманіе емкости линій, расположенной вдоль нихъ, и съ расчетами какъ потерь черезъ воздухъ, такъ и заряднаго тока, въ двухъ предположеніяхъ числа періодовъ 50 и 25,

в) въ проектъ была дополнительно введена примѣрная стоимость вторичныхъ подстанцій и соотвѣтствующей распредѣлительной сѣти въ потребительскихъ центрахъ для возможности учета себѣ стоимости энергіи въ формѣ, пригодной для отпуска ея потребителямъ различныхъ категорій,

г) для обоихъ варіантовъ, въ 67.000 вольтъ и съ высшимъ напряженіемъ, а также въ обоихъ предположеніяхъ относительно числа періодовъ, была проектирована термическая резервная станція незначительной мощности или на одной изъ гидроэлектрическихъ силовыхъ станцій или на потребительскихъ подстанціяхъ.

VI. Одновременно съ разработкой, на вышеизложенныхъ основаніяхъ, проекта шлюзованія порожистой части р. Днѣпра съ утилизаціей энергіи паденія воды надлежитъ, для представленія въ законодательныя учрежденія, произвести подробные сравнительные расчеты для выясненія экономичности полученія энергіи отъ гидроэлектрическихъ силовыхъ станцій, расположенныхъ на Днѣпровскихъ порогахъ, по сравненію съ иными (тепловыми) источниками энергіи.

VII. При механическихъ и строительныхъ расчетахъ линій электропередачъ, впредь до установленія на этотъ предметъ спеціальныхъ нормъ, руководствоваться, какъ при опредѣленіи внѣшнихъ усилій, дѣйствующихъ на различныя части линіи, такъ и при назначеніи предѣльныхъ допустимыхъ напряженій въ матеріалахъ и коэффиціентовъ запаса, общими утвержденными Инженернымъ Совѣтомъ нормами и въ частности нормами, утвержденными для проекта электрификаціи С.-Петербургскаго узла, разработаннаго Комиссіею тайн. сов. Горчакова.

VIII. Для пересмотра нормъ для механическаго расчета линій электропередачъ образовать при Инженерномъ Совѣтѣ подъ предсѣ-

*) Особое по сему вопросу мнѣніе члена Инженернаго Совѣта д. с. с. Мерчинга изложено въ текстѣ журнала.

дательствомъ члена Инженернаго Совѣта дѣйствительнаго статскаго совѣтника Мерчинга Совѣщаніе, съ назначеніемъ членами означеннаго Совѣщанія тайнаго совѣтника Бѣлелюбскаго и дѣйствительнаго статскаго совѣтника Куницкаго, а равно и другихъ, желающихъ принять участіе въ этомъ Совѣщаніи, членовъ Инженернаго Совѣта и съ приглашеніемъ, въ качествѣ членовъ, представителей отъ Управленія желѣзныхъ дорогъ, отъ Управленія по сооруженію желѣзныхъ дорогъ, отъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, а также инженера Графтіо и составителей проекта инженеровъ: Юскевича и Рундо.

IX. Настоящее заключеніе, состоявшееся по дѣлу, внесенному на обсужденіе Инженернаго Совѣта въ силу п. д. ст. 1 Наказа сему Совѣту, представить на основаніи ст. 13 того же Наказа, на усмотрѣніе Господина Министра Путей Сообщенія.

Подлинный за подписаніемъ Предсѣдателя и Членовъ.

Подписалъ: За Завѣдывающаго дѣлами, инж. *Г. Графтіо.*

Скрѣпилъ: За Дѣлопроизводителя инж. *Танненбаумъ.*

## ДОКЛАДЪ

ЧЛЕНА

## ИНЖЕНЕРНАГО СОВѢТА

Министерства Путей Сообщенія
Тайн. Сов. Э. Ф. Гершельмана.

*4 апрѣля 1912 года.*

Изъ Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ въ августѣ прошлаго года поступилъ на разсмотрѣніе Инженернаго Совѣта проектъ улучшенія судоходныхъ условій порожистой части рѣки Днѣпра въ связи съ использованіемъ силы паденія воды, который былъ составленъ инженерами Рундо и Юскевичемъ. При этомъ Управленіе просило поставить особо на обсужденіе Инженернаго Совѣта слѣдующіе вопросы, относящіеся къ названному проекту:

1. Объ улучшеніи судоходныхъ условій порожистой части Днѣпра при помощи такихъ сооруженій, которыя могли бы впослѣдствіи служить также и при утилизаціи гидравлической силы пороговъ.

2. О выборѣ мѣстъ расположенія сооруженій на продольномъ профилѣ и о наивыгоднѣйшемъ числѣ таковыхъ.

3. О допустимыхъ поверхностныхъ скоростяхъ теченія въ деривационныхъ каналахъ и о типахъ поперечныхъ сѣченій этихъ каналовъ въ связи съ кривизной ихъ въ планѣ, и

4. О наивыгоднѣйшихъ типахъ плотинъ при данныхъ мѣстныхъ условіяхъ и объ удобнѣйшихъ способахъ производства работъ по возведенію глухихъ плотинъ въ руслѣ р. Днѣпра.

Вмѣстѣ съ тѣмъ Управленіе препроводило въ Совѣтъ для соображеній проектъ улучшенія условій судоходства въ Днѣпровскихъ порогахъ безъ утилизаціи энергіи ихъ паденія, составленный въ 1896 г. инженеромъ А. Н. Липинымъ. Основаніемъ для составленія этого проекта послужило постановленіе Инженернаго Совѣта по журналу отъ 5, 7, 19, 26 и 29 октября 1894 года, за № 173, по разсмотрѣнію предварительнаго проекта общаго улучшенія порожистой части рѣки Днѣпра, инженера Тимонова.

Вопросъ, занимавшій Министерство Путей Сообщенія съ давнихъ поръ, объ улучшеніи порожистой части Днѣпра, въ 90-хъ годахъ истекшаго столѣтія былъ вновь поставленъ на очередь во всеподданѣйшемъ докладѣ отъ 31 декабря 1893 года бывшаго Министра Путей Сообщенія, Гофмейстера Кривошеина; въ этомъ докладѣ было изложено, что, начиная съ шестидесятыхъ годовъ прошлаго столѣтія, вниманіе Министерства постоянно было обращено на неудовлетвори-

тельное состояніе судоходства по Днѣпру и на изысканіе способовъ къ его улучшенію путемъ созданія такихъ условій плаванія, которыя давали бы возможность судамъ безпрепятственно проходить по всему протяженію рѣки. Такое стремленіе Министерства обусловливалось важнымъ значеніемъ Днѣпра, который занимаетъ бассейнъ въ 560 тысячъ квадратныхъ верстъ и, протекая на пространствѣ 14 губерній съ населеніемъ около 20 милліоновъ жителей, является магистральной линіей системы водныхъ путей, общая длина которыхъ составляетъ около 16.000 верстъ. Естественныя произведенія края, обнимающаго водную систему Днѣпра, по самому свойству своему, даютъ такіе грузы, которые, какъ: хлѣбъ, лѣсъ, каменный уголь, руда и т. п., нуждаются въ наиболѣе дешевомъ способѣ передвиженія, какимъ является перевозка водою. Соединеніе приднѣпровскаго края путемъ желѣзнодорожныхъ сообщеній съ главнѣйшими торговыми пунктами въ Имперіи еще болѣе выдвинуло необходимость созданія благопріятныхъ условій судоходства по Днѣпру въ интересахъ сбыта. Однако, несмотря на долговременное существованіе предположеній объ улучшеніи условій судоходства по Днѣпру, таковыя еще не приведены въ исполненіе, главное же препятствіе, встрѣчаемое судоходствомъ, заключается въ порожистой части рѣки, между городами Екатеринославомъ и Александровскомъ, т. е. какъ разъ въ концѣ того участка Днѣпра, который пролегаетъ ниже впаденія главныхъ его судоходныхъ притоковъ и представляетъ изъ себя наиболѣе дѣятельную часть воднаго пути.

Составленіе предварительнаго проекта улучшенія Днѣпровскихъ пороговъ бывшимъ Министромъ, Гофмейстеромъ Кривошеинымъ, было поручено инженеру Тимонову, и составленный имъ проектъ, какъ уже выше упомянуто, былъ разсмотрѣнъ Инженернымъ Совѣтомъ въ октябрѣ 1894 года. Въ состоявшемся по сему предмету журналѣ, между прочимъ, указано, что путемъ сочетанія шлюзованія съ расчисткою проходовъ въ заборахъ, устраненія препятствующихъ судоходству камней, устройства, гдѣ это потребуется, открытыхъ каналовъ и посредствомъ выправительныхъ сооруженій и работъ можетъ быть достигнуто обезпеченіе въ порожистой части рѣки Днѣпра безопаснаго, удобнаго, срочнаго и непрерывнаго, въ теченіе навигаціоннаго періода, судоходства, какъ сплавнаго, такъ и взводнаго, причемъ пропускная способность улучшенной порожистой части р. Днѣпра, при судахъ подъемною силою около 50 тысячъ пудовъ въ сутки, будетъ не менѣе 1.500.000 пуд. въ каждомъ направленіи.

Относительно составленія окончательнаго проекта улучшенія поро-

говъ Инженернымъ Совѣтомъ тогда же были сдѣланы слѣдующія указанія: 1) чтобы въ большинствѣ пороговъ устроены были шлюзованные каналы, а въ остальныхъ мѣстахъ, гдѣ потребуется, чтобы были устроены открытые каналы; 2) чтобы возможенъ былъ пропускъ вверхъ противъ теченія, какъ по открытымъ каналамъ, такъ и по проходамъ черезъ заборы, безъ расчаливанія каравана, состоящаго изъ буксирнаго парохода соотвѣтственной силы, съ возомъ изъ судовъ съ общею подъемною силою до 100 тысячъ пудовъ; 3) чтобы судамъ, слѣдующимъ вверхъ противъ теченія, былъ обезпеченъ удобный и безопасный входъ въ шлюзованные и открытые каналы и выходъ изъ таковыхъ; 4) чтобы при проектированіи сооруженій были приняты во вниманіе условія ледохода; 5) чтобы въ тѣхъ мѣстахъ рѣки, гдѣ будетъ предположено расположить сооруженія на одномъ изъ существующихъ сплавныхъ ходовъ, сплавъ судовъ и плотовъ могъ быть произведенъ непрерывно въ тотъ же періодъ времени, въ который онъ до настоящаго времени производится; 6) чтобы глубина судового хода, считая таковую отъ низкаго уровня воды, была принята, какъ это и предположено было по предварительному проекту инженера Тимонова, въ 5 фут. (около $8^{1}/_{2}$ четвертей аршина), а глубина воды на шлюзныхъ короляхъ въ 8 фут. ниже того же уровня, 7) чтобы шлюзныя камеры имѣли полезную длину въ 90 саж., при ширинѣ входа $7^{1}/_{2}$ саж., соотвѣтственно чему должны быть проектированы и шлюзныя ворота, причемъ послѣднимъ должна быть придана надлежащая жесткость, 8) чтобы была предвидѣна возможность устройства современемъ, безъ капитальной перестройки шлюзовъ, вторыхъ шлюзныхъ камеръ, 9) чтобы были изучены вопросы: а) о примѣненіи механическаго двигателя для открыванія и закрыванія шлюзныхъ воротъ и водоспусковъ въ шлюзныхъ камерахъ и для входа въ камеры и выхода изъ нихъ судовъ, съ наименьшими расходами на устройство и на содержаніе таковаго двигателя, б) о примѣненіи наиболѣе выгоднаго способа механической тяги въ порожистой части р. Днѣпра, не исключая и тяги электрической, когда съ развитіемъ судоходства въ означенной части Днѣпра встрѣтится въ таковой тягѣ надобность; 10) чтобы дамбы каналовъ были укрѣплены на ихъ поверхности крупнымъ камнемъ, подобраннымъ и возможно правильно уложеннымъ; 11) чтобы расположеніе и протяженіе всѣхъ расчистокъ, оградительныхъ и струенаправляющихъ сооруженій были избраны на основаніи обстоятельнаго изученія теченія и условій хода судовъ при разныхъ горизонтахъ.

Проектъ инженера Липина и былъ составленъ въ 1896 году по вышеупомянутымъ заданіямъ, указаннымъ Инженернымъ Совѣтомъ

при разсмотрѣніи проекта инженера Тимонова. Глубина пути, считая отъ самаго низкаго горизонта (1882 г.), была принята въ 5 фут., а шлюзнымъ камерамъ были приданы размѣры 90 саж. въ длину и $7^1/_2$ саж. въ ширину; предположено было устройство девяти шлюзованныхъ и двухъ открытыхъ каналовъ.

При основаніяхъ, принятыхъ въ проектахъ инженеровъ Тимонова и Липина, использованіе силы паденія воды могло бы быть осуществлено только въ незначительныхъ размѣрахъ, такъ какъ паденіе дробится на мелкія части и получаются разбросанные во многихъ мѣстахъ небольшіе подпоры и притомъ только въ боковыхъ шлюзованныхъ каналахъ, въ которые попадаетъ лишь небольшая часть общаго расхода воды рѣки, безъ загражденія всего русла рѣки плотинами. Такая мелочная утилизація силы паденія воды могла бы служить лишь для какихъ-нибудь незначительныхъ работъ и манипуляцій на мѣстахъ и не имѣла бы значенія источника движущей силы для промышленныхъ предпріятій. Между тѣмъ въ теченіе послѣднихъ 20-ти лѣтъ устройство гидроэлектрическихъ установокъ значительно развилось за границею и естественно явилось предположеніе объ устройствѣ сооруженій для шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ съ такимъ расчетомъ, чтобы они могли впослѣдствіи служить также для выгодной эксплоатаціи гидравлической силы паденія воды; выясненіе этой стороны дѣла было признано необходимымъ для внесенія вопроса объ улучшеніи пороговъ на разсмотрѣніе законодательныхъ учрежденій. Поэтому, Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, съ разрѣшенія Господина Министра, было сдѣлано распоряженіе о составленіи инженерами Рундо и Юскевичемъ проекта шлюзованія пороговъ, съ утилизаціей также гидравлической ихъ силы. При этомъ составителямъ проекта было поставлено условіе, чтобы въ случаѣ осуществленія сначала только шлюзованія, потребныя для сего сооруженія могли впослѣдствіи служить также при утилизаціи гидравлической силы и не подлежали бы упраздненію или замѣнѣ другими сооруженіями. При такихъ условіяхъ оказалось необходимымъ принять новую схему для проекта шлюзованія пороговъ. По прежнимъ проектамъ предполагалось создать судоходный путь черезъ пороги при помощи устройства въ нихъ только шлюзовъ или открытыхъ каналовъ для спуска и подъема судовъ, причемъ сами пороги служили бы какъ бы естественными плотинами, раздѣляющими другъ отъ друга, расположенные выше и ниже ихъ, бьефы (плесы). Для выгодной же утилизаціи гидравлической силы требуется сосредоточеніе паденія воды въ немногихъ пунктахъ съ увеличеніемъ по возможности высоты

напора въ каждомъ изъ нихъ, а большое количество разбросанныхъ въ разныхъ мѣстахъ мелкихъ гидроэлектрическихъ установокъ представляется не экономичнымъ, какъ относительно первоначальнаго устройства, такъ и промышленной ихъ эксплоатаціи. Но съ другой стороны стремленію къ сосредоточенію паденія воды поставлены извѣстные предѣлы въ видѣ недопустимости значительнаго затопленія очень высокими плотинами весьма населенныхъ и цѣнныхъ прибрежныхъ пространствъ. А потому пришлось остановиться на предположеніи устройства въ Днѣпровскихъ порогахъ четырехъ водоподпорныхъ плотинъ съ расположенными при нихъ парными шлюзами для судоходства и для сплава плотовъ и съ гидроэлектрическими станціями, причемъ представляется возможнымъ въ первую очередь исполнить только сооруженія, потребныя для столь безотлагательно необходимаго шлюзованія пороговъ, а уже впослѣдствіи при нихъ же возвести постройки съ присобленіями для утилизаціи силы паденія воды.

Составленный на этихъ основаніяхъ проектъ былъ разсмотрѣнъ въ Техническомъ Совѣщаніи Управленія Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, затѣмъ, какъ уже упомянуто, онъ въ августѣ прошлаго года былъ представленъ въ Инженерный Совѣтъ. Въ журналѣ Техническаго Совѣщанія Управленія объ этомъ проектѣ были изложены слѣдующіе руководящіе принципы, которыхъ придерживались составители проекта. 1) Для достиженія возможности правильнаго и достаточно интенсивнаго судоходства въ обѣ стороны, необходимо обезпечить на всемъ протяженіи отъ Екатеринослава до Александровска надлежащую глубину и ширину судового хода, не допуская въ то же время нигдѣ слишкомъ большихъ скоростей теченія. 2) Для выгодной и возможно полной утилизаціи энергіи потока, необходимо сконцентрировать силу его паденія въ немногихъ пунктахъ. Однако, по мѣстнымъ условіямъ, приходится добавить еще третье условіе, а именно: 3) Необходимо стремиться къ возможному уменьшенію размѣровъ подтопа (отъ дѣйствія гидротехническихъ сооруженій) населенныхъ мѣстъ и цѣнныхъ угодій. Исполненіе перваго пункта этого заданія не представляетъ особенныхъ трудностей, если примириться съ перерывомъ судоходства на нѣкоторое время весною, но пункты 2-й и 3-й, какъ противоположные другъ другу, могутъ быть удовлетворены лишь въ извѣстной степени. Авторами проекта была предположена слѣдующая схема:

Въ четырехъ мѣстахъ шлюзуемаго участка возводятся плотины, подпоръ которыхъ обезпечиваетъ судоходству надлежащую глубину въ бьефахъ при самыхъ низкихъ навигаціонныхъ горизонтахъ, не соз-

давая въ то же время такого подтопа прибрежныхъ мѣстъ, который могъ бы вызвать серьезное недовольство среди населенія. Плотины эти предполагалось расположить выше крупныхъ пороговъ (Сурско-Лоханскаго, Ненасытецкаго, Волнигскаго и Вильнаго). Деривaціонные каналы, расположенные въ берегѣ и снабженные камерными шлюзами, должны были служить для пропуска судовъ и для подведенія воды къ гидроэлектрическимъ станціямъ, расположеннымъ въ нижнихъ частяхъ этихъ каналовъ, чтобы утилизировать не только паденіе воды на плотинѣ, но и дальнѣйшее паденіе на протяженіи порога, лежащаго непосредственно ниже плотины.

Расположеніе плотинъ выше пороговъ имѣетъ то неудобство, что деривaціонные каналы выходятъ длинные, такъ какъ низовый выходъ канала приходится расположить въ концѣ всего порога. При крутыхъ и высокихъ скалистыхъ берегахъ рѣки и значительной ширинѣ каналовъ, обусловленной предѣльною допускаемою скоростью теченія, стоимость длинныхъ каналовъ выходила весьма значительная. Для Сурско-Лоханскихъ сооруженій были составлены два варіанта; по первому плотина была расположена выше порога и стоимость деривaціоннаго канала достигала четырехъ слишкомъ милліоновъ рублей; по второму—плотина помѣщалась ниже пороговъ.

Сѣченія деривaціонныхъ каналовъ были выбраны такъ, чтобы средняя скорость теченія въ нихъ не превосходила 1,1 метра въ секунду, что соотвѣтствуетъ скорости не болѣе 4,5 фут. въ секунду.

Цифры эти выбраны на основаніи опыта нѣкоторыхъ заграничныхъ сооруженій; большія величины допускаемыхъ скоростей могли бы сильно затруднить судоходство; меньшія—потребовали бы значительнаго увеличенія сѣченія каналовъ, а, слѣдовательно, и ихъ стоимости. При весеннихъ горизонтахъ, превышающихъ отмѣтку 0,80 саж. по Лоцманско-Каменскому водомѣрному посту, поверхностная скорость теченія на Звонецкомъ порогѣ выходила до 8 фут. въ сек., что, по мнѣнію составителей проекта, слѣдуетъ считать предѣльной скоростью, допускающею взводное судоходство; однако, такой высокій горизонтъ бываетъ не каждый годъ (за 27 лѣтъ съ 1881 по 1908 г. наблюдался въ 18 случаяхъ) и никогда не держался долѣе 51 дня, а въ среднемъ 24 дня. Для плотинъ предполагались два типа: одинъ—болѣе дешевый, въ видѣ желѣзобетонной плиты, наклоненной къ горизонту подъ угломъ въ $45^0$ и покоющейся на рядѣ желѣзобетонныхъ опоръ въ родѣ контрофорсовъ, и другой—въ видѣ массива изъ бетона со вкрапленными въ него глыбами гранита. Оба типа эти примѣнялись

въ Сѣв. Америкѣ. Плотины предполагалось возводить за песчаными перемычками.

Шлюзы были проектированы парные. Одинъ шлюзъ назначался для каравановъ, буксируемыхъ пароходами, и имѣлъ 90 саж. въ длину и 7,5 саж. въ ширину, при глубинѣ на королѣ 8 (1,14 саж.). Второй шлюзъ отличался лишь меньшею длиною—45 саж. и долженъ былъ служить для пропуска плотовъ и отдѣльныхъ пароходовъ.

Пропускная способность шлюзовъ была принята, согласно постановленію Инженернаго Совѣта, въ 1½ милліона пудовъ въ сутки въ каждую сторону, при возахъ грузоподъемностью 100.000 пудовъ, т. е. не менѣе 15 пропусковъ въ каждую сторону.

Докладчикъ Техническаго Совѣщанія полагалъ, что расположеніе плотинъ ниже пороговъ представляетъ столь существенную выгоду и настолько облегчаетъ судоходство, что слѣдовало бы испробовать какія-либо мѣры къ уменьшенію при этомъ вліянія подтопа береговъ, напр., проектировать на протяженіи порога оградительныя стѣнки или дамбы.

Предлагавшіеся типы глухихъ плотинъ, хотя примѣнялись уже на дѣлѣ, но докладчикъ Техническаго Совѣщанія полагалъ, что экономичность ихъ, при высокой стоимости цемента въ Россіи, остается недоказанной, а главное—возведеніе ихъ за песчаными перемычками представляется чрезвычайно труднымъ, почти невозможнымъ, такъ неизбѣжно придется пропускать меженній расходъ черезъ ту часть плотины, которая будетъ возведена въ первую очередь; это обстоятельство вызоветъ необходимость примѣненія весьма высокихъ перемычекъ, далеко превосходящихъ размѣрами примѣняющіяся на Днѣпрѣ до сихъ поръ. Поэтому докладчикъ Техническаго Совѣщанія полагалъ необходимымъ разработать вопросъ о наивыгоднѣйшемъ типѣ плотинъ и о способѣ ихъ возведенія — въ видѣ особаго проекта, обоснованнаго достаточно полными и всесторонними изслѣдованіями строенія русла р. Днѣпра и распредѣленія скоростей потока въ намѣченныхъ живыхъ сѣченіяхъ. Назначеніе же на устройство перемычекъ и водоотливъ 15% отъ стоимости плотинъ докладчикъ Техническаго Совѣщанія считалъ слишкомъ произвольнымъ.

Продолжительныя пренія въ Техническомъ Совѣщаніи Управленія вызвалъ вопросъ о расположеніи плотинъ выше или ниже пороговъ, причемъ большинство Членовъ Совѣщанія признали, что расположеніе плотины ниже порога несомнѣнно заслуживаетъ предпочтенія, такъ какъ при этомъ устраняется необходимость устройства деривaціонныхъ каналовъ значительной длины съ большею скоростью теченія,

обусловленной тѣмъ, что каналы эти, кромѣ судоходнаго назначенія должны служить и для подведенія къ гидравлическимъ установкамъ всего требующагося для нихъ расхода воды. Полученная при принятомъ живомъ сѣченіи канала скорость въ 4½ фута на поверхности признавалась Техническимъ Совѣщаніемъ слишкомъ большой для судоходнаго канала. Однако, въ виду исключительныхъ мѣстныхъ условій (особенно расположенія большихъ селеній у самыхъ пороговъ) Совѣщаніе не находило возможнымъ принять опредѣленное рѣшеніе по этому вопросу до производства дополнительныхъ изслѣдованій и составленія новыхъ эскизныхъ варіантовъ расположенія сооруженій. Далѣе Совѣщаніе обратило особое вниманіе на то, что каналы служатъ одновременно какъ для судоходства, такъ и для пропуска плотовъ, имѣя ширину 20-25 саж. и радіусъ закругленія въ планѣ 200 с.

Нѣкоторые Члены Совѣщанія, не возражая противъ допущенія въ отдѣльности на короткихъ участкахъ искусственнаго пути или такой скорости теченія или такой кривизны хода, находили нежелательнымъ совмѣщеніе того или другого затрудненія судоходству въ одномъ каналѣ, и высказывали пожеланіе о разработкѣ такого варіанта, гдѣ судоходные каналы были бы отдѣлены отъ каналовъ, подводящихъ воду къ турбинамъ.

Что касается устройства плотинъ, то Совѣщаніе соглашалось съ мнѣніемъ докладчика о необходимости особо разработать способъ производства работъ, а сверхъ того, въ виду избытка камня, изъ выемки деривaціонныхъ каналовъ, выразило мнѣніе, что каменныя (бутовой кладки) плотины могутъ оказаться дешевле бетонныхъ и желѣзобетонныхъ, почему признало весьма желательнымъ сдѣлать и такой варіантъ, и указало на необходимость предусматривать возможность подмыва плотинъ съ низовой стороны дѣйствіемъ сильнаго перепада, и принять какія-либо мѣры къ уничтоженію этой опасности. Наконецъ было замѣчено, что вопросъ объ основаніяхъ плотинъ требуетъ тщательнаго изслѣдованія буреніемъ ложа рѣки въ виду возможныхъ крупныхъ трещинъ или слабыхъ прослойковъ въ скалистыхъ породахъ, составляющихъ это ложе.

Типы оградительныхъ стѣнокъ деривaціонныхъ каналовъ не встрѣтили возраженій Совѣщанія. Имѣя въ виду, что за послѣднее время для ряда шлюзованныхъ системъ Россіи (Ока, Сѣв. Донецъ, Донъ, Шексна) устанавливалась Совѣщаніемъ однообразная ширина шлюзныхъ воротъ — 8 саж. въ свѣту, какъ наиболѣе удовлетворяющая потребностямъ судоходства въ настоящемъ и близкомъ будущемъ,— Совѣщаніе высказалось за установленіе той же нормы и въ данномъ

случаѣ, опредѣливъ размѣры шлюзовъ въ 90×8 саж. и 45×8 саж. при глубинѣ на короляхъ, согласно проекту 8′ (1,14 саж.).

Техническое Совѣщаніе въ своемъ заключеніи признало необходимымъ, чтобы при дальнѣйшей разработкѣ проекта были приняты во вниманіе изложенныя соображенія, а также слѣдующіе пункты его заключенія: Для окончательнаго выбора мѣстъ расположенія сооруженій необходимо произвести дополнительныя изслѣдованія и подсчеты съ цѣлью выясненія наивыгоднѣйшей комбинаціи всѣхъ факторовъ, опредѣляющихъ этотъ выборъ мѣстъ. При составленіи проекта глухихъ плотинъ необходимо обратить особое вниманіе на выясненіе наилучшихъ способовъ возведенія этихъ сооруженій въ зависимости отъ результатовъ подробнаго изслѣдованія свойствъ потока и рѣчного ложа въ выбранныхъ для постройки мѣстахъ. Слѣдуетъ разработать типъ плотины изъ бутовой кладки и, если окажется выгоднымъ, со сквозными галлереями вдоль плотины для сообщенія между обоими берегами рѣки, при этомъ нужно обратить вниманіе на обезпеченіе плотинъ отъ подмыва съ низовой стороны дѣйствіемъ перепада воды. Размѣръ шлюзныхъ камеръ слѣдуетъ принять не менѣе 90×8 саж. и 45×8 саж., при глубинѣ на короляхъ не менѣе 1,14 саж. (т. е. 8 фут.).

Какъ уже было упомянуто, Управленіе Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, представляя проектъ инженеровъ Рундо и Юскевича въ Инженерный Совѣтъ, просило поставить особо на обсужденіе вопросы: объ улучшеніи пороговъ сооруженіями, которыя могли бы впослѣдствіи служить также для утилизаціи гидравлической силы; о мѣстахъ расположенія сооруженій и выгоднѣйшемъ ихъ числѣ; о скорости теченія въ деривაціонныхъ каналахъ, ихъ поперечныхъ сѣченіяхъ и кривизнѣ въ планѣ и о типахъ плотинъ и лучшихъ способахъ постройки глухихъ плотинъ. Тогда же, осенью прошлаго года, докладчикомъ Инженернаго Совѣта было приступлено къ разсмотрѣнію представленнаго проекта и были составлены нѣкоторыя предварительныя по сему предмету соображенія.

Обращаясь къ первому вопросу, нельзя было не замѣтить, что въ случаѣ улучшенія судоходныхъ условій Днѣпровскихъ пороговъ примѣнительно къ прежнимъ, 90-хъ годовъ проектамъ, т. е. съ устройствомъ отдѣльныхъ, въ каждомъ порогѣ, шлюзовъ безъ плотинъ, могущихъ распространить подпоръ воды на нѣсколько плесовъ, пришлось бы на долгое время отказаться отъ использованія гидравлической силы пороговъ, такъ какъ возведенныя для улучшенія судоходства сооруженія съ расходомъ на нихъ большихъ суммъ подлежали бы въ

этомъ случаѣ почти полностью упраздненію или перестройкѣ съ цѣлью устройства достаточно производительныхъ гидроэлектрическихъ станцій. Дробленіе же подпоровъ при устройствѣ гидроэлектрическихъ установокъ крайне невыгодно. Въ весьма обстоятельномъ докладѣ послѣднему судоходному конгрессу итальянскаго инженера Чилетти, о плотинахъ на рѣкахъ съ большими колебаніями уровня воды и сильнымъ ледоходомъ, между прочимъ сказано: Всѣмъ извѣстно, что стоимость единицы силы гидравлической установки быстро падаетъ съ увеличеніемъ высоты подпора, образуемаго плотиной, и что при устройствѣ плотинъ на рѣкѣ отношеніе полезнаго напора къ общему паденію рѣки быстро убываетъ при уменьшеніи высоты напора на плотинахъ. Изъ этого слѣдуетъ, что увеличеніе высоты подпора имѣетъ двоякое вліяніе на экономическую цѣнность гидравлической установки, такъ какъ оно уменьшаетъ стоимость первоначальнаго устройства и усиливаетъ выгодность эксплоатаціи *).

Едва ли можно было бы рѣшиться на оставленіе значительной силы Днѣпровскихъ пороговъ безъ эксплоатаціи на неопредѣленное или хотя бы продолжительное время, что имѣло бы мѣсто при шлюзованіи пороговъ независимо отъ работъ, потребныхъ для использованія гидравлической ихъ силы. Въ Швеціи, весьма богатой рѣками и озерами съ большими порогами и водопадами, эксплоатація гидралической ихъ силы получила уже большое распространеніе, причемъ, какъ видно изъ вышедшаго недавно изданія Шведскаго Правительственнаго Водопаднаго Управленія (Wasserfalldirection) въ Стокгольмѣ, общее количество добываемой на рѣкахъ и озерахъ движущей силы составляетъ около 600 тысячъ паровыхъ лошадей, изъ которыхъ больше половины (340 тыс.) употребляется для приведенія въ дѣйствіе гидроэлектрическихъ станцій. Наибольшая изъ дѣйствующихъ установокъ, на рѣкѣ Гетаэльфъ у порога Трольгеттакъ, — приспособляется для полученія 80.000 лошадиныхъ силъ. Изъ нихъ въ 1910 году 40.000 уже эксплоатировались, а для добыванія осталь-40.000 строительныя работы еще не были окончены. Итакъ и для весьма богатой гидравлическими силами Швеціи 100 слишкомъ тысячъ лошадиныхъ силъ составляютъ такую величину, которая не достигнута

*) Кстати замѣтимъ, что по проекту инж. Липина общая совокупность паденія воды у предполагавшихся девяти шлюзовъ составляла при меженномъ горизонтѣ не полныхъ 11 саж., по составленному же инженерами Рундо и Юскевичемъ проекту, при четырехъ водопроводныхъ плотинахъ, сумма подпоровъ на нихъ равняется почти 15 саж.

еще ни одною изъ существующихъ тамъ гидромоторныхъ установокъ. Поэтому первый изъ выраженныхъ Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ осенью прошлаго года вопросовъ, а именно — объ улучшеніи судоходныхъ условій порожистой части Днѣпра при помощи такихъ сооруженій, которыя могли бы впослѣдствіе служить также и при утилизаціи гидравлической силы пороговъ, безъ сомнѣнія долженъ быть рѣшенъ въ положительномъ смыслѣ, т. е. слѣдуетъ признать необходимымъ, чтобы при шлюзованіи пороговъ имѣлись въ виду и будущія сооруженія для использованія силы паденія воды.

Второй вопросъ касался выбора мѣстъ расположенія сооруженій на продольномъ профилѣ и наивыгоднѣйшаго числа таковыхъ. По этому предмету было принято во вниманіе, что какъ уже упомянуто, съ уменьшеніемъ паденія между подпорными бьефами, весьма быстро убываетъ выгода устройства гидроэлектрическихъ установокъ, которыя, въ случаѣ дробленія паденія, обходятся несравненно дороже при первоначальномъ устройствѣ ихъ и въ значительной степени теряютъ выгодность эксплоатаціи. Но разъ рѣшаясь на устройство на судоходной рѣкѣ водоподпорныхъ плотинъ, нельзя не признать и съ точки зрѣнія удобствъ судоходства желательнымъ раздѣленіе улучшаемой части рѣки на небольшое число подпорныхъ бьефовъ, имѣющихъ значительную длину. Неизбѣжнымъ предѣломъ въ этомъ стремленіи является невозможность чрезмѣрнаго распространенія затопленія водою прибрежныхъ земель при устройствѣ очень высокихъ водоподпорныхъ плотинъ, хотя значительное увеличеніе ихъ высоты и само по себѣ можетъ представить затрудненіе. Разсматривая продольный профиль порожистой части Днѣпра, съ точки зрѣнія наилучшаго раздѣленія ея на подпорные плесы, видимъ, что разстояніе отъ Екатеринослава до перваго, Кайдакскаго, порога равняется приблизительно 15 верстамъ и паденіе низкаго горизонта воды на этомъ протяженіи составляетъ около 60 сотыхъ сажени; паденіе Кайдакскаго порога около 1 сажени. Длина плеса отъ Кайдакскаго до Сурскаго порога около 10 верстъ, паденіе на этомъ плесѣ около $^1/_2$ саж. Пороги Сурскій и Лоханскій расположены въ близкомъ другъ отъ друга разстояніи на 25-й и 26-й верстахъ отъ Екатеринослава, и имѣютъ общее паденіе, нѣсколько превышающее одну сажень. Слѣдующій плесъ, до Звонецкаго порога, имѣетъ протяженіе около 5 верстъ съ паденіемъ около $^1/_4$ саж., паденіе же Звонецкаго порога составляетъ $^3/_4$ саж. Затѣмъ идетъ, до Ненасытецкаго порога, плесъ длиною въ 6 верстъ съ паденіемъ около 60 сотыхъ саж. Ненасы-

тецкій порогъ имѣетъ паденіе въ $2^1/_4$ сажени. За нимъ идетъ, до Волнигскаго порога, плесъ длиною въ 14 верстъ, на которомъ расположены многія значительныя заборы, такъ что общее паденіе этого плеса составляетъ безъ малаго 3 сажени, порогъ же Волнигскій имѣетъ около $1^1/_2$ сажени. Отъ Волнигскаго порога до Будиловскаго разстояніе около 4 вер.; паденіе же на этомъ протяженіи составляетъ приблизительно $^1/_4$ сажени. Пороги Будиловскій и слѣдующій, Лишній-имѣютъ вмѣстѣ паденіе нѣсколько меньше одной сажени и раздѣляются плесомъ длиною въ 16 верстъ съ паденіемъ около 1 сажени. Отъ Лишняго порога до послѣдняго, Вильнаго, разстояніе около 5 верстъ, при паденіи всего въ 15 сотыхъ сажени. Паденіе Вильнаго порога $1^1/_3$ саж. для большей наглядности возьмемъ величины паденія отдѣльныхъ пороговъ въ совокупности съ паденіемъ прилегающихъ къ нимъ сверху плесовъ, тогда получимъ, что на 16-ти верстахъ отъ Екатеринослава, вмѣстѣ съ Кайдакскимъ порогомъ, паденіе составляетъ 1,60 саж., на слѣдующихъ 10-ти верстахъ, вмѣстѣ съ порогами Сурскимъ и Лоханскимъ, паденіе 1,59 саж., затѣмъ на 5-ти верстахъ, со Звонецкимъ порогомъ, имѣется около 1 саж. паденія; дальше въ 7-ми верстахъ слѣдуетъ Ненасытецкій порогъ, паденіе котораго вмѣстѣ съ плесомъ составляетъ 2,86 саж.; на слѣдующихъ 14-ти верстахъ, съ Волнигскимъ порогомъ, паденіе 4,45 саж.; дальше: на 4-хъ верстахъ съ Будиловскимъ порогомъ, на 18-ти верстахъ съ Лишнимъ и на послѣднихъ 5-ти верстахъ съ Вильнымъ порогомъ паденія соотвѣтственно составляютъ 0,83 саж., 1,43 саж. и 1,47 саж. Такъ мы имѣемъ какъ бы 8 ступеней: первая, длиною 16 верстъ, съ паденіемъ нѣсколько превышающимъ $1^1/_2$ саж.; вторая, длиною 10 верстъ, съ такимъ же паденіемъ; третья, длиною 5 верстъ, съ паденіемъ въ 1 саж.; четвертая, длиною 7 верстъ, паденіемъ близкимъ къ 3 саж.; пятая, длиною 14 верстъ, съ паденіемъ около $4^1/_2$ саж.; шестая, длиною 4 версты, съ паденіемъ меньше 1 саж.; седьмая въ 18 верстъ и восьмая въ 5 верстъ протяженіемъ, обѣ съ паденіемъ около $1^1/_2$ саж. Какъ уже было сказано выше, при дробленіи паденія весьма быстро убываетъ степень выгодности утилизаціи гидравлической силы. Поэтому нельзя поставить плотину на первомъ уступѣ у Кайдакскаго порога, гдѣ паденіе составляетъ (вмѣстѣ съ плесомъ) всего около $1^1/_2$ саж., а приходится отодвинуть первую плотину до второго уступа, у Сурско-Лоханскаго порога, гдѣ общее паденіе достигаетъ уже слишкомъ 3 саженей. Третьяго уступа, до Звонецкаго порога включительно, опять недостаточно для образованія подпорнаго бьефа; нужно присоединить къ нему и слѣдующій четвертый уступъ, съ Ненасытецкимъ

порогомъ, причемъ общее паденіе этихъ плесовъ съ порогами составляетъ около 4 саж, Для образованія третьяго подпорнаго бьефа нужно взять участокъ ниже Ненасытецкаго порога съ Волнигскимъ порогомъ, гдѣ, благодаря многимъ значительнымъ заборамъ, имѣется общее паденіе свыше 4 саж.

Затѣмъ остаются еще три уступа съ общимъ паденіемъ около 4 саж., которые должны образовать четвертый подпорный бьефъ.

Еще большее сосредоточеніе паденія путемъ устройства только трехъ вмѣсто четырехъ, подпорныхъ бьефовъ представляется неудобнымъ. Если бы первую плотину поставить у Звонецкаго порога, то на ней сосредоточилось бы паденіе нѣсколько болѣе четырехъ саженей; но слѣдующій бьефъ долженъ былъ бы заключать въ себѣ пороги Ненасытецкій и Волнигскій, съ многими между ними заборами, и сосредоточивалъ бы паденіе около 7½ саженей. Въ послѣднемъ бьефѣ, съ паденіемъ около 4 саженей, находились бы тогда пороги Будиловскій, Лишній и Вильный.

Въ виду изложеннаго полагалось бы одобрить предположенное по проекту раздѣленіе порожистой части Днѣпра на четыре водоподпорныхъ бьефа.

Третій изъ упомянутыхъ Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ вопросовъ относился къ допустимымъ поверхностнымъ скоростямъ теченія въ деривац іонныхъ каналахъ и къ типамъ поперечныхъ сѣченій этихъ каналовъ въ связи съ кривизной ихъ въ планѣ. По проекту инженеровъ Рундо и Юскевича ширина каналовъ по дну предполагалась отъ 20 до 25 саж., причемъ въ мѣстахъ, прилегающихъ къ шлюзамъ, она доходила до 35 саж. Въ планѣ каналы представляли рядъ прямыхъ участковъ, сопрягаемыхъ между собою закругленіями, радіусы которыхъ не менѣе 200 саж. Передъ шлюзами, для облегченія ввода и вывода судовъ, имѣлись прямолинейные участки длиною не менѣе 100 с. Средняя скорость теченія въ каналахъ опредѣлялась въ 1,1 метра=3,6 фута, а скорость на поверхности въ 4½ фута, при уклонѣ каналовъ въ 5/100,000, что составляетъ 2½ сотыхъ сажени паденія на версту. Столь значительная скорость теченія происходила отъ того, что деривац іонные каналы должны были служить не только для судоходства и сплава плотовъ, но и для питанія водою гидроэлектрическихъ станцій. Принимая во вниманіе, что развитіе судоходства въ будущемъ предполагается до движенія полутора милліоновъ пудовъ груза ежедневно въ каждомъ направленіи, причемъ въ томъ же каналѣ должны были бы двигаться и плоты, нельзя было не придти къ заключенію о крайней нежелательности столь быстраго

теченія въ каналѣ, которое не можетъ не вызывать затрудненій и замѣшательства для судоходства и сплава.

Въ виду сего докладчикъ Инженернаго Совѣта также полагалъ необходимымъ для питанія водою гидроэлектрическихъ станцій устройство особыхъ каналовъ, что нынѣ и соблюдено въ варіантѣ Кіевскаго Округа. Относительно входа судовъ и плотовъ въ шлюзованные каналы, докладчикъ имѣлъ въ виду, что въ случаѣ недостаточнаго удобства таковаго входа, суда и плоты, при высокой водѣ, могли бы быть увлечены теченіемъ къ плотинѣ и переброшены черезъ нее. На устраненіе такой опасности обращено вниманіе при составленіи въ Кіевскомъ Округѣ дополнительныхъ варіантовъ къ проекту инженеровъ Рундо и Юскевича, а также и при разсмотрѣніи этихъ варіантовъ Управленіемъ, причемъ, какъ будетъ изложено ниже, дополнительно разсмотрѣнъ и вопросъ о трасѣ и поперечномъ сѣченіи дериваціонныхъ каналовъ.

Четвертый, намѣченый Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ, вопросъ относился къ наивыгоднѣйшимъ типамъ плотинъ при данныхъ мѣстныхъ условіяхъ и къ удобнѣйшимъ способамъ производства работъ по возведенію глухихъ плотинъ въ руслѣ рѣки Днѣпра. При большой длинѣ плотинъ и значительныхъ массахъ льда, образующихся часто въ порожистой части Днѣпра, поддерживаніе подпора разборчатыми плотинами было бы невозможно въ теченіе всего зимняго времени. Поэтому наиболѣе подходящими въ настоящемъ случаѣ являются глухія плотины, которыя весьма успѣшно примѣняются на многихъ рѣкахъ въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ иныя изъ нихъ существуютъ уже нѣсколько десятковъ лѣтъ. Изъ предлагавшихся въ проектѣ инженеровъ Рундо и Юскевича двухъ типовъ такихъ плотинъ, сплошныхъ бетонныхъ и такъ называемыхъ полыхъ желѣзобетонныхъ, состоящихъ изъ поддерживаемой тонкими желѣзобетонными быками, въ видѣ реберъ, наклонной желѣзобетонной плиты, безъ заполненія кладкою пространства за нею, послѣдній типъ, кромѣ отсутствія массивности, весьма желательной въ плотинахъ столь значительныхъ размѣровъ, какъ предполагаемыя для порожистой части Днѣпра, имѣетъ еще тотъ важный недостатокъ, что обращенная противъ теченія сторона, по самому существу этой конструкціи, должна имѣть пологій уклонъ, что, какъ подтверждаютъ многіе примѣры въ Америкѣ, значительно способствуетъ нагроможденію льдинъ у плотины, между тѣмъ какъ при обращенный противъ теченія грани близкой къ отвѣсному положенію, льдины, подплывая къ плотинѣ, выворачиваются ребромъ кверху, ломаются на

куски и сравнительно легко переваливаются теченіемъ черезъ гребень плотины.

Какъ будетъ изложено ниже, Техническое Совѣщаніе окончательно остановилось на глухихъ плотинахъ изъ бутовой кладки, принятыхъ въ варіантѣ Кіевскаго Округа, разработанномъ въ теченіе послѣдней зимы.

Разсмотрѣніе представленнаго Управленіемъ въ Инженерный Совѣтъ проекта инженеровъ Рундо и Юскевича было остановлено, такъ какъ оказалось необходимымъ выждать результата производившихся чинами Кіевскаго Округа дополнительныхъ изслѣдованій грунта и составленія затѣмъ въ Округѣ варіанта съ расположеніемъ плотинъ не выше, а ниже подлежащихъ пороговъ и съ веденіемъ въ проектъ разныхъ улучшеній, намѣченныхъ при разсмотрѣніи въ Техническомъ Совѣщаніи проекта инженеровъ Рундо и Юскевича.

Варіантъ Кіевскаго Округа, составленный инженерами Юргевичемъ и Розовымъ, разсмотрѣнъ Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія въ январѣ и февралѣ с. г. и въ мартѣ представленъ на разсмотрѣніе въ Инженерный Совѣтъ. Проектъ этотъ имѣетъ въ виду, во-первыхъ, выполнить тѣ улучшенія, которыя были указаны Техническимъ Совѣшаніемъ Управленія при разсмотрѣніи проекта инженеровъ Рундо и Юскевича, во-вторыхъ, использовать результаты изысканій, произведенныхъ въ теченіе 1911 г.

Указанія Техническаго Совѣщанія, о которыхъ отчасти уже было упомянуто, въ общей сложности сводятся къ слѣдующему:

1) Расположеніе плотинъ ниже существующихъ пороговъ заслуживаетъ предпочтенія въ виду уменьшенія длины деривaціонныхъ каналовъ. 2) Скорость въ $4^1/_2$ фута въ секунду на поверхности воды въ деривaціонныхъ каналахъ слишкомъ велика и можетъ сильно затруднять судоходство. Поэтому предпочтительно отдѣлить судоходные каналы отъ каналовъ, подводящихъ воду къ турбинамъ. 3) Одновременное движеніе плотовъ и судовъ въ каналахъ шириною 20—25 саж., при закругленіяхъ съ радіусомъ въ 200 саж. и при большихъ скоростяхъ, является опаснымъ. 4) Необходимъ варіантъ устройства плотинъ изъ бутовой кладки со сквозными галлереями для сообщенія между обоими берегами рѣки. 5) Должны быть приняты мѣры къ устраненію подмыва плотинъ съ низовой стороны. 6) Въ основаніяхъ плотинъ необходимо изучить при помощи буренія характеръ залеганія скалы. 7) Шлюзныя камеры должны имѣть размѣры 90×8 саж. и 45×8 саж. при глубинѣ воды на короляхъ въ 1,14 саж. 8) Особенное вниманіе необходимо обратить на разработку способа

производства работъ. Кромѣ этихъ указаній Техническаго Совѣщанія, составителями проекта приняты еще два существенныхъ условія: устраненіе всякаго затопленія въ предѣлахъ города Екатеринослава и возможное сокращеніе продолжительности перерыва судоходства въ періодъ половодья.

Составители проекта исходятъ изъ положенія, что искусственное добавочное затопленіе береговъ рѣки, вслѣдствіе постройки сооруженій, приводитъ къ необходимости отчужденія всей заливаемой полосы, не только части ея добавочно затопляемой сооруженіями, но и той части, которая подвергалась затопленію уже раньше, при естественномъ состояніи рѣки. Это становится понятнымъ, если принять во вниманіе, что черта, до которой достигаютъ весеннія воды, располагается въ разные годы въ разныхъ мѣстахъ береговой полосы и поэтому добавочно затопляемая часть также мѣняетъ свое положеніе и береговой владѣлецъ можетъ сослаться на обезцѣненіе всего заливаемаго берегового пространства. На этихъ основаніяхъ составители проекта исчислили стоимость отчужденія близъ города Екатеринослава въ предѣлахъ между устьемъ р. Самары и селомъ Каменскимъ, куда доходила подпорная кривая по проекту инженеровъ Рундо и Юскевича; при этомъ получилась сумма свыше 16 милліоновъ рублей.

Инженеры Юргевичъ и Розовъ полагали, что столь большое отчужденіе общественныхъ и частныхъ владѣній врядъ ли практически осуществимо, разъ оно вызывается не безусловной необходимостью въ интересахъ судоходства, а лишь стремленіемъ утилизировать гидравлическую энергію потока; поэтому въ составленномъ ими варіантѣ кривая подпора не доходитъ до г. Екатеринослава и уже у устья р. Самары подпоръ не превышаетъ 0,06 саж.

Перерывъ судоходства при высокихъ весеннихъ водахъ является слѣдствіемъ того, что при большихъ расходахъ р. Днѣпра въ нѣкоторыхъ, особенно стѣсненныхъ скалами участкахъ рѣки, даже и послѣ шлюзованія могутъ существовать весьма значительныя поверхностныя скорости, препятствующія взводному судоходству. Путемъ расположенія одной изъ плотинъ (Федоровской) ниже самой затруднительной такой тѣснины и устройства Кичкасскаго обходнаго канала, а также исчисленіемъ скоростей теченія непосредственно по площадямъ живыхъ сѣченій подпертаго потока, а не по поверхностному уклону и средней глубинѣ, какъ дѣлалъ инженеръ Рундо, предѣльный для судоходства горизонтъ удалось повысить до 2,00 саж. по рейкѣ Лоцманско-Каменскаго водомѣрнаго поста, вмѣсто горизонта около 1,00 саж., какъ было принято въ проектѣ инженера Рундо,

Схема подлежащаго нынѣ разсмотрѣнію варіанта Кіевскаго Округа, составленнаго инженерами Юргевичемъ и Розовымъ, слѣдующая:

Подъемъ воды въ порожистой части достигается четырьмя глухими плотинами, изъ которыхъ три поставлены ниже пороговъ Лоханскаго, Ненасытецкаго и Вильнаго, четвертая же помѣщена у д. Федоровки, въ концѣ длинной и узкой тѣснины, черезъ которую проходитъ русло рѣки. Самая верхняя изъ плотинъ—Лоханская—имѣетъ значительную длину и сравнительно низкій гребень съ подпоромъ, доходящимъ лишь до Кайдакскаго порога. Для прохода судовъ черезъ послѣдній проектированъ особый шлюзъ съ каналомъ, расположеннымъ въ самой рѣкѣ. Всякое повышеніе гребня Лоханской плотины вызвало бы затопленіе части г. Екатеринослава и прилегающихъ къ нему селеній весенними водами.

Ниже послѣдняго изъ пороговъ—Вильнаго—проектированы работы по улучшенію судового русла до г. Александровска, откуда начинается уже улучшенный участокъ Нижняго Днѣпра. Эти работы состоятъ въ расчисткѣ скалистыхъ залеганій, закрытіи боковыхъ протоковъ и, главнымъ образомъ, въ устройствѣ весенняго обходнаго шлюзованнаго канала у Кичкасскаго ущелья, гдѣ, благодаря весьма малой ширинѣ рѣки (около 90 саж.), весной развиваются скорости, доходящія до 3 саж. въ секунду. Переходъ судового движенія въ обходный каналъ намѣченъ при горизонтѣ около 1,00 саж., когда поверхностныя скорости начинаютъ здѣсь достигать 1,10 саж. въ секунду.

Глухія плотины проектированы изъ гранитной кладки съ облицовкой гребня тесаннымъ камнемъ. Задняя грань ихъ очерчена по плавной кривой. Въ массивѣ плотины дѣлается сквозной проходъ для сообщенія между обоими берегами. Въ цѣляхъ предупрежденія подмыва плотинъ переливающейся водой проектированъ широкій флютбетъ частью изъ бутовой кладки, частью изъ наброски крупныхъ камней. Ему придана форма поперечнаго лотка для лучшаго поглощенія живой силы воды и предохраненія его отъ непосредственныхъ ударовъ струи.

Шлюзы и турбинныя зданія расположены по разнымъ сторонамъ плотинъ съ отдѣльными продольными, подводящими воду, каналами. Только у одной Вильной плотины они помѣщены рядомъ, но и здѣсь оба канала совершенно отдѣлены другъ отъ друга. Такимъ образомъ по судоходнымъ каналамъ направляется лишь то количество воды, которое необходимо для шлюзованія судовъ и плотовъ, что создаетъ почти полное отсутствіе здѣсь теченія.

Ширина судоходныхъ каналовъ по дну—30 саж., наименьшій радіусъ кривизны—250 саж. Передъ шлюзами имѣются расширенные прямые участки длиной въ 90 саж. Ниже шлюзовъ расположены бассейны для отстаиванія судовъ. Оградительныя стѣнки проектированы частью изъ каменной наброски, частью изъ мощеныхъ земляныхъ дамбъ. Бечевники назначены на трехъ горизонтахъ по обѣимъ сторонамъ каналовъ.

Устройство шлюзовъ принято то же, что и по проекту инж. Рундо, съ увеличеніемъ лишь ширины ихъ до 8 саж.

Къ турбиннымъ зданіямъ вода подводится черезъ особые бассейны, устроенные въ берегахъ рѣки.

Способъ производства работъ по постройкѣ плотинъ предлагается слѣдующій.

Каждая плотина строится въ два рабочіе періода. Въ первый періодъ песчаной перемычкой ограждается пространство, достаточное для постройки части плотины, длиною въ 70—80 саж. отъ берега. Для меженняго теченія такое стѣсненіе русла является несущественнымъ и поэтому перемычка проектирована обычнаго при углубленіи скалистаго русла типа, съ отклоняющими теченіе щитами впереди. Въ ограждающемъ пространствѣ плотина строится на полную высоту, причемъ въ ней оставляются перекрытыя сводами отверстія шириной по 5 саж. и высотой до 2,75 саж. Разстояніе между отверстіями—$3^{1}/_{2}$ саж. Семь такихъ отверстій могутъ пропускать, при скоростяхъ около 1,6 саж. въ секунду и подпорѣ около 0,40 саж.—124 куб. саж. въ секунду, до какой величины падаетъ обыкновенно расходъ воды въ р. Днѣпрѣ къ 15 іюня—1 іюля. Одновременно съ постройкой первой части плотины должны строиться судоходный каналъ и шлюзы.

Во второй рабочій періодъ перемычкой ограждается остальная часть плотины, причемъ системой сооруженій теченіе отводится къ отверстіямъ въ готовой уже части. Перемычка проектирована глиняная между двумя рядами особаго вида козелъ, обшитыхъ досками. Въ огражденномъ пространствѣ строится также на полную высоту—вся остальная часть плотины.

По окончаніи этихъ работъ необходимо задѣлать отверстія въ первой части плотины бутовой кладкой. Для этой цѣли предположено по гребню плотины и по ея сливной поверхности установить въ особыхъ, заложенныхъ при кладкѣ плотины, подшипникахъ временныя желѣзныя фермы высотой до $2^{1}/_{2}$ арш., отдѣляющія часть плотины съ отверстіями. Эти фермы, по закрытіи ихъ щитами, образуютъ

огражденіе, достаточное для защиты отъ переливающейся черезъ плотину воды.

Съ напорной стороны отверстія предположено закрыть батопортами, которые будутъ подведены по особымъ рельсамъ, закладываемымъ на-сухо при постройкѣ первой части плотины. Управленіе батопортами будетъ производиться съ плавучей платформы, установленной на кустахъ свай или на мертвыхъ якоряхъ.

По установкѣ всѣхъ батопортовъ устраивается еще одна стѣнка въ видѣ песчаной перемычки ниже флюбета и такимъ образомъ вся часть плотины съ отверстіями окажется со всѣхъ сторонъ огражденной и работы по задѣлкѣ ихъ могутъ вестись на-сухо.

Для уборки батопортовъ достаточно заполнить водою, черезъ спеціальные краны, пространство между ними и кладкой и откачать изъ нихъ воду.

Общая смѣтная стоимость проектируемыхъ гидротехническихъ сооруженій исчислена въ слѣдующихъ цифрахъ:

| | | |
|---|---|---|
| 1) Кайдакскій шлюзованный каналъ . . . | 2.470.718 | руб. |
| 2) Лоханская плотина со шлюзами . . . . | 3.992.520 | » |
| 3) Ненасытецкая » » » . . . . | 4.057.648 | » |
| 4) Федоровская » » » . . . . | 4.503.562 | » |
| 5) Вильная » » » . . . . | 3.691.308 | » |
| 6) Разработка отдѣльныхъ заборъ ниже Вильной плотины . . . . . . . . . . . | 240.544 | » |
| 7) Кичкасскій шлюзованный каналъ съ желѣзнодорожнымъ віадукомъ . . . . . | 3.353.085 | » |
| Итого . . . . | 22.309.385 | руб. |
| 8) На непредвидѣнные расходы и орудія работъ—10% . . . . . . . . . . . | 2.230.938 | » |
| 9) Администрація работъ—4%. . . . . . | 892.375 | » |
| 10) Устройство перемычекъ для возведенія плотинъ . . . . . . . . . . . . . . . | 2.100.000 | » |
| 11) Устройство батопортовъ для ремонта шлюзовъ . . . . . . . . . . . . . . . | 180.000 | » |
| 12) Отчужденіе земель и угодій . . . . . | 1.681.077 | » |
| Всего . . . . | 29.393.775 | руб. |
| Или кругло . . . . | 29.400.000 | руб. |

Выбранный составителями проекта типъ глухой плотины изъ бутовой кладки вполнѣ одобренъ Техническимъ Совѣщаніемъ, причемъ по примѣрамъ аналогичныхъ плотинъ на американскихъ рѣкахъ выяснена цѣлесообразность такого типа какъ относительно пропуска черезъ плотину ледохода, такъ и постояннаго поддержанія подпора. Относительно Лоханской плотины (первой отъ Екатеринослава) былъ возбужденъ вопросъ, не представится ли необходимымъ устроить ее разборчатой, дабы при низкой водѣ имѣть на ней болѣе значительный напоръ, чѣмъ тотъ, который получается при устройствѣ глухой плотины не заливающей Екатеринослава; при высокой же водѣ разборчатая плотина могла бы открываться, во избѣжаніе затопленія г. Екатеринослава и окрестностей. Такое предположеніе оказалось однако непріемлемымъ, такъ какъ оно вызываетъ значительный добавочный расходъ (до 3½ милліоновъ рублей) вслѣдствіе большой стоимости разборчатой плотины и кромѣ того значительно сокращаетъ періодъ навигаціи, исключая изъ него все время отъ перваго появленія льда до окончательнаго ледостава, что, по мѣстнымъ климатическимъ условіямъ, составляетъ иногда до 1½ или даже 2 мѣсяцевъ. Былъ возбужденъ вопросъ, не наступаетъ ли ледоставъ вообще выше пороговъ много раньше, чѣмъ на Нижнемъ Днѣпрѣ, такъ что все равно транзитное судоходство прекратилось бы независимо отъ того, была ли бы порожистая часть позднею осенью еще доступна для судоходства или нѣтъ. Наведенными справками однако выяснено, что не существуетъ опредѣленной зависимости между сроками осенняго лодохода и ледостава въ порогахъ и въ прилегающихъ къ нимъ верхней и нижней частяхъ рѣки. Иногда сплошной ледоходъ начинается 7-го ноября въ Кременчугѣ (выше пороговъ), 15-го въ Никополѣ (ниже пороговъ), 24 въ Васильевкѣ (на порожистой части): но бывали случаи, что онъ начинался 9 ноября въ Васильевкѣ, 19 декабря въ Кременчугѣ и 20 въ Никополѣ или даже 18 ноября въ Никополѣ, а 21 въ Кременчугѣ. Частичные ледоходы бывали неоднократно въ этихъ пунктахъ то почти одновременно, то разновременно.

Относительно возвышенія гребня Лоханской плотины, расположеннаго по варіанту Кіевскаго Округа около 1½ сажени ниже, чѣмъ предполагалось по проекту 1910 года инженеровъ Рундо и Юскевича, въ Техническомъ Совѣщаніи выяснилось, что такое пониженіе гребня необходимо для устраненія крайне вредныхъ подтоповъ въ Екатеринославѣ и окрестностяхъ. Даже ничтожное увеличеніе высоты плотины могло бы дать основаніе владѣльцамъ предъявить иски объ обезцѣненіи всего владѣнія, а выясненіе дѣйствительныхъ убытковъ въ по-

добныхъ случаяхъ весьма затруднительно. Хотя присутствовавшимъ въ Техническомъ Совѣщаніи инженеромъ Рундо указывалось на возможность такихъ договоровъ между казною и частными владѣльцами, при которыхъ убытки отъ рѣдкихъ подтопленій могутъ оплачиваться гораздо меньшими суммами, чѣмъ стоимость подтопляемаго имущества, но Техническое Совѣщаніе, имѣя въ виду затруднительность такихъ добровольныхъ соглашеній и невозможность проводить ихъ принудительнымъ путемъ, не признало такое предположеніе допустимымъ. Инженеръ Юргевичъ, съ своей стороны, объяснилъ, что исчисленіе стоимости отчужденія, за недостаткомъ времени и средствъ, не было доведено до предѣловъ затопленія и поэтому сумма 16½ милліоновъ рублей не представляетъ еще полной стоимости того отчужденія, которое потребовалось бы въ случаѣ сохраненія высоты гребня Лоханской плотины, предполагавшейся по проекту инженеровъ Рундо и Юскевича. Въ означенную сумму не вошла стоимость отчужденія затопляемыхъ улицъ г. Екатеринослава и возмѣщенія убытковъ отъ затопленія береговой полосы, какъ для города, вслѣдствіе потери возможности сдавать въ аренду пристанскіе участки, такъ и для частныхъ лицъ, которые могутъ оказаться вынужденными переносить свои промышленныя или торговыя заведенія на болѣе дорогіе или на неудобные для нихъ участки. Инженеръ Рундо указалъ на то, что по его проекту не требуется произвести нѣкоторыхъ работъ, вошедшихъ въ варіантъ Кіевскаго Округа, какъ то: устройство шлюзованнаго канала въ обходъ Кайдакскаго порога и расчистка заборъ между этимъ порогомъ и Екатеринославомъ; кромѣ того онъ обратилъ вниманіе на невыгодность уменьшенія электрической силы на Лоханской плотинѣ.

Профессоръ Мерчингъ, въ виду близости этой плотины къ Екатеринославу, предложилъ вопросъ, не окажется ли выгоднымъ защитить часть г. Екатеринослава оградительными дамбами, если это дастъ возможность значительно увеличить напоръ на Лоханской электрической станціи. По объясненію инж. Юргевича, это недопустимо, такъ какъ Екатеринославъ расположенъ на довольно крутомъ склонѣ, по которому при сильныхъ ливняхъ стекаютъ большія массы воды; отводъ этихъ ливневыхъ водъ представлялъ бы большія затрудненія и потребовалъ бы весьма дорого стоющихъ сооруженій. Кромѣ того, дамба оказалась бы вредной или даже разорительной для пристаней, лѣсопиленъ, заводовъ, трамваевъ и другихъ устройствъ и учрежденій, нуждающихся въ свободномъ доступѣ къ рѣкѣ. Сжатіе весенняго живого сѣченія рѣчныхъ водъ также было бы вредно, и наконецъ,

стоимость этой дамбы была весьма велика и ремонтное содержаніе ея тоже требовало бы значительныхъ ежегодныхъ расходовъ. Въ виду всего этого Техническое Совѣщаніе одобрило устройство Лоханской плотины согласно варіанту Кіевскаго Округа.

Относительно предполагаемаго способа производства работъ по постройкѣ плотинъ въ Техническомъ Совѣщаніи возникъ вопросъ, удастся ли вполнѣ плотно закрыть батопортами временныя отверстія въ первой части плотины послѣ того, какъ вторая часть плотины будетъ выстроена и теченіе направится въ означенныя временныя отверстія. Со стороны составителей проекта было объяснено, что предварительно предполагается испытать исправность каждаго батопорта въ отдѣльности, что не можетъ вызвать замѣтнаго увеличенія подпора передъ плотиною, а затѣмъ уже при полной увѣренности въ исправности и точности ихъ пригонки, нѣтъ основанія опасаться какихъ-либо затрудненій при окончательномъ ихъ закрытіи. Съ этимъ согласилось Техническое Совѣщаніе. Былъ также обсужденъ вопросъ, не слѣдуетъ ли сохранить отверстія, закрывая ихъ подвижными щитами, чтобы содѣйствовать удаленію теченіемъ наносовъ. Выяснилось, однако. что плотины съ подобными отверстіями большею частью незатопляемы, Къ этому же типу принадлежитъ и Ассуанская плотина на Нилѣ, которая поэтому, а также въ виду отсутствія на Нилѣ ледохода, не можетъ служить примѣромъ для устройства плотинъ въ Днѣпровскихъ порогахъ. Если же иногда щитовыя отверстія и дѣлаются въ затопляемыхъ плотинахъ, то лишь на небольшихъ рѣкахъ, для спуска излишняго количества весеннихъ водъ. На Днѣпровскихъ порогахъ такое устройство непримѣнимо, такъ какъ для пропуска сколько-нибудь замѣтной части весенняго расхода воды потребовалась бы слишкомъ большая площадь щитовыхъ отверстій. Если бы выше плотины стали складываться большія количества наносовъ, то таковые могутъ быть удаляемы землечерпаніемъ. Въ виду малой изученности движенія рѣчныхъ наносовъ, Техническое Совѣщаніе признало полезнымъ включить этотъ предметъ въ программу Екатеринославской гидрометрической станціи.

При разсмотрѣніи расположенія отдѣльныхъ сооруженій Техническое Совѣщаніе вполнѣ согласилось съ мнѣніемъ авторовъ проекта о чрезвычайной затруднительности, граничащей съ практической невозможностью, строить каменныя плотины въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ массивные граниты залегаютъ на значительной глубинѣ (1—6 саж.) отъ поверхности дна, какъ это оказалось, по даннымъ буренія, выше пороговъ Ненасытецкаго, Волнигскаго и Вильнаго.

Далѣе, инженеръ Юргевичъ заявилъ, что затопленіе береговъ въ предѣлахъ самыхъ пороговъ не вызываетъ, согласно послѣднимъ точнымъ изслѣдованіямъ, тѣхъ непреодолимыхъ препятствій, которыхъ онъ опасался ранѣе (затопленію не будутъ особенно подвержены села коренныхъ жителей Приднѣпровья; наиболѣе крупное затопленіе будетъ въ с. Волосскихъ Хуторахъ, у Лоханской плотины, населенномъ выходцами—валахами) и что, слѣдовательно, расположеніе плотинъ ниже пороговъ вызоветъ лишь нѣкоторое увеличеніе расходовъ на отчужденіе, которые достигнутъ 1.700.000 рублей, вмѣсто 700 тысячъ рублей, исчисленныхъ въ проектѣ инженера Рундо; деривaціонные же судоходные каналы обойдутся дешевле, чѣмъ въ проектѣ инж. Рундо, по крайней мѣрѣ на 5 милл. рублей, и будутъ несравненно удобнѣе для судоходства (почти полное отсутствіе теченія; ширина по дну 30 саж. вмѣсто 20—25 саж.; наименьшій радіусъ кривизны 250 саж. вмѣсто 200 саж.; устройство бечевниковъ на трехъ горизонтахъ). Въ виду этихъ соображеній Техническое Совѣщаніе признало расположеніе плотинъ ниже пороговъ, какъ оно намѣчено въ разсматриваемомъ проектѣ, вполнѣ допустимымъ и наиболѣе раціональнымъ.

Входъ въ деривaціонный каналъ у Лоханскаго шлюза и выходъ изъ канала у Вильнаго шлюза признано необходимымъ нѣсколько измѣнить, какъ показано на планѣ зеленой краской, для обезпеченія удобствъ судоходству. Допустивъ при этомъ, во избѣжаніе чрезмѣрнаго увеличенія объема выемки скалы въ Лоханскомъ каналѣ, отмѣну здѣсь устройства бечевниковъ съ береговой стороны, Совѣщаніе признало, что дополнительный расходъ при такомъ варіантѣ, примѣрно около 100 тысячъ рублей на Лоханскомъ каналѣ и около 60 тысячъ рублей на Вильномъ каналѣ, вполнѣ допустимъ ради обезпеченія интересовъ судоходства. Расположеніе Лоханской плотины, показанное на планѣ, вызвало сомнѣніе въ томъ отношеніи, что оно, повидимому, составляетъ довольно острый уголъ съ направленіемъ главнаго теченія. Однако, изъ объясненій инж. Юргевича выяснилось, что плотина расположена какъ разъ нормально къ вогнутому лѣвому берегу, ведущему весеннее теченіе, при меженнихъ же расходахъ плотина, длиною 750 саж., хотя бы и не перпендикулярная къ направленію главнаго теченія, не можетъ оказать вреднаго вліянія на режимъ рѣки. Если переливающаяся черезъ плотину вода будетъ размывать расположенную непосредственно ниже выступающую часть лѣваго берега, гдѣ проектированъ отводящій каналъ турбинной станціи, то это можетъ лишь облегчить отводъ отработанной воды, простран-

ство же это все равно будетъ отчуждено, какъ находящееся въ предѣлахъ затопленія плотиной.

Послѣ этихъ разъясненій Техническое Совѣщаніе одобрило намѣченное расположеніе Лоханской плотины.

Проектъ шлюзовъ, оставшійся въ томъ видѣ, какъ онъ разработанъ инж. Рундо, лишь съ измѣненіями, предложенными въ свое время Техническимъ Совѣщаніемъ, не вызвалъ никакихъ замѣчаній.

Типъ укрѣпленія откосовъ дамбъ—мостовая толщиною 0,15 саж. на двойныхъ откосахъ—былъ признанъ не вполнѣ надежнымъ, и потому Совѣщаніе полагало желательнымъ увеличить толщину каменнаго слоя до 0,25 саж. согласно типу, примѣняемому Кіевскимъ Округомъ въ свободныхъ частяхъ р. Днѣпра, причемъ признало необходимымъ, чтобы мостовая эта строилась насухо, за перемычками, и непремѣнно упиралась нижней своей гранью въ дно каналовъ.

Предложенное въ проектѣ расположеніе гидроэлектрическихъ станцій признано, съ точки зрѣнія интересовъ судоходства, подлежащимъ одобренію.

Смѣта на гидротехническія сооруженія перечислена въ Отдѣлѣ Водяныхъ и Шоссейныхъ Сообщеній согласно указаннымъ Техническимъ Совѣщаніемъ измѣненіямъ и дополненіямъ и выразилась въ суммѣ около 28½ милліоновъ рублей, считая въ томъ числѣ 9% на приспособленія для работъ и на непредвидѣнные расходы; прибавляя затѣмъ 4% на администрацію работъ и 1,7 милл. рублей на отчужденіе земель и угодій, получается съ округленіемъ общій итогъ въ 31,3 милл. рублей на исполненіе гидротехнической части проекта улучшенія Днѣпровскихъ пороговъ.

---

По разсмотрѣніи всего вышеизложеннаго оказывается, что представленный нынѣ въ Инженерный Совѣтъ проектъ шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ есть результатъ долголѣтнихъ изслѣдованій и трудовъ разныхъ лицъ и учрежденій. Хотя еще въ концѣ 18 и въ началѣ 19 столѣтій неоднократно возникали предположенія о приспособленіи пороговъ для взводнаго судоходства и даже начинались нѣкоторыя работы въ этомъ направленіи, но въ виду чрезмѣрной стоимости потребныхъ для этого работъ, въ 30-хъ годахъ прошлаго столѣтія было рѣшено сначала ограничиться только улучшеніемъ сплавного судоходства, съ каковою цѣлью и произведены многія работы по устройству открытыхъ сплавныхъ каналовъ, расчисткѣ фарватера отъ скалъ и камней и др. Въ началѣ 80-хъ годовъ было произведено нѣ-

сколько опытовъ по учрежденію въ порогахъ взводнаго судоходства при помощи туэрной тяги, которые однако оказались совершенно неуспѣшными. Но вмѣстѣ съ тѣмъ не прекращалось составленіе проектныхъ предположеній о шлюзованіи пороговъ и со временемъ возникло предположеніе объ изученіи, въ связи съ проектомъ шлюзованія пороговъ, вопроса объ утилизаціи гидравлической ихъ силы; въ этихъ видахъ, въ 1905 году, по распоряженію Министерства, инженерами Максимовымъ и Графтіо было произведено рекогносцировочное изслѣдованіе Днѣпровскихъ пороговъ и составлены эскизныя проектныя предположенія о шлюзованіи ихъ съ использованіемъ силы паденія воды; результаты занятій означенныхъ инженеровъ были напечатаны въ 1906 г. въ числѣ издаваемыхъ Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ «матеріаловъ для описанія русскихъ рѣкъ»; наконецъ въ 1910 и 1911 гг. были составлены проектъ инж. Рундо и Юскевича и варіантъ Кіевскаго Округа. Такая постепенная разработка проекта привела къ тому, что по мѣрѣ возникновенія разныхъ замѣчаній и указаній на потребныя дополненія, таковыя изучались, разъяснялись и разрабатывались съ производствомъ соотвѣтствующихъ дополнительныхъ изысканій на мѣстѣ. Въ виду сего въ настоящее время общая схема проекта шлюзованія пороговъ представляется вполнѣ выясненной. Въ частности слѣдуетъ еще замѣтить, что особеннаго вниманія при производствѣ работъ потребуетъ обезпеченіе достаточнаго удобства входа судовъ и плотовъ въ деривацiонные каналы и выхода таковыхъ изъ нихъ. Хотя въ этомъ отношеніи уже введены Техническимъ Совѣщаніемъ соотвѣтствующія улучшенія у Лоханской и Вильной плотинъ, тѣмъ не менѣе можно предвидѣть, что при самомъ исполненіи дѣла уже въ началѣ могутъ выясниться еще практическія указанія, которыми можно будетъ воспользоваться при продолженіи работъ. Такъ какъ предполагается начать работы снизу, со стороны Александровска, то Кичкасскій обходный каналъ и сооруженія на Вильномъ порогѣ могутъ въ этомъ отношеніи дать цѣнныя указанія и необходимо, чтобы при первой возможности на нихъ была практически испытана степень удобства входа въ деривацiонные каналы и выхода изъ нихъ судовъ и плотовъ при разныхъ горизонтахъ воды и чтобы результаты этихъ опытовъ принимались во вниманіе при дальнѣйшемъ производствѣ работъ по возведенію сооруженій въ другихъ порогахъ. Это должно относиться также къ практическимъ наблюденіямъ надъ распространеніемъ подпора воды выше Вильной плотины, которыя тоже могутъ дать весьма полезныя указанія въ смыслѣ провѣрки степени приближенія въ дан-

номъ случаѣ къ дѣйствительности результатовъ теоретическихъ расчетовъ по формуламъ, такъ что, въ случаѣ надобности, могли бы быть введены еще поправки въ устройство остальныхъ вышележащихъ плотинъ, причемъ можетъ оказаться весьма полезнымъ, что Лоханская плотина, для которой недопущеніе вреднаго затопленія прибрежныхъ мѣстностей имѣетъ особенно важное значеніе, будетъ строиться позднѣе всѣхъ другихъ.

Относительно желѣзнодорожнаго путепровода, который придется построить черезъ Кичкасскій деривационный каналъ, можно замѣтить, что по мѣстнымъ условіямъ казалось бы возможнымъ уменьшить величину его пролета, который въ проектѣ принятъ въ 50 слишкомъ саженъ. Безъ стѣсненія судоходства ширина канала подъ путепроводомъ могла бы быть нѣсколько уменьшена съ замѣною, кромѣ того, береговыхъ откосовъ канала отвѣсными каменными стѣнками. Это надлежало бы имѣть въ виду при разработкѣ подробнаго проекта путепровода, который долженъ быть составленъ по соглашенію съ Управленіемъ Екатерининской жел. дор. Наконецъ, въ виду вообще новизны дѣла по шлюзованію столь грандіозныхъ пороговъ, какъ Днѣпровскіе, полагалось бы необходимымъ, чтобы при представленіи дѣла въ законодательныя учрежденія было обращено вниманіе на невозможность вполнѣ точнаго предварительнаго опредѣленія всѣхъ подробностей работъ, въ которыя, по мѣрѣ ихъ исполненія, могутъ быть введены еще разныя дополненія, измѣненія и усовершенствованія, неизбѣжныя въ такомъ обширномъ предпріятіи, для осуществленія котораго потребуется продолжительное время и въ которомъ всегда, по ходу дѣла, могутъ обнаружиться разныя привходящія обстоятельства, не поддающіяся точному опредѣленію при разработкѣ проектныхъ предположеній и составленіи предварительныхъ расчетовъ. Всѣ же необходимыя и возможныя заблаговременныя изслѣдованія, соображенія и предположенія нынѣ нельзя не признать исчерпанными, а потому представляется своевременнымъ озаботиться испрошеніемъ ассигнованія средствъ на приступъ къ исполнительнымъ дѣйствіямъ по шлюзованію Днѣпровскихъ пороговъ.

---

На основаніи всего вышеизложеннаго, соглашаясь съ заключеніемъ Техническаго Совѣщанія Управленія Внутреннихъ Водныхъ путей и Шоссейныхъ Дорогъ, полагалось бы:

1) Одобрить варіантъ проекта шлюзованія Днѣпровскихъ пороговъ съ указанными въ немъ Техническимъ Совѣщаніемъ измѣне-

ніями, относящимися къ улучшенію входа въ судоходный каналъ Лоханскаго шлюза и расположенія Вильнаго шлюза, съ ограждающею выходъ изъ него дамбою, и къ увеличенію толщины мостовой на откосахъ дамбъ, ограждающихъ деривacіонные каналы.

2) Признать необходимымъ:

чтобы при постройкѣ Кичкасскаго канала и сооруженій на Вильномъ порогѣ, какъ только по ходу дѣла къ тому представится возможность, была практически испытана степень удобства входа въ деривaціонные каналы и выхода изъ нихъ судовъ и плотовъ, при разныхъ горизонтахъ воды;

чтобы результаты этихъ опытовъ были приняты во вниманіе при дальнѣйшемъ производствѣ работъ по возведенію сооруженій на другихъ порогахъ;

чтобы у Вильной плотины были произведены наблюденія надъ распространеніемъ подпора, которыя могутъ служить къ повѣркѣ степени совпаденія въ данномъ случаѣ результатовъ теоретическихъ расчетовъ съ дѣйствительностью, причемъ, въ случаѣ надобности, могли бы быть введены соотвѣтствующія поправки въ размѣры остальныхъ плотинъ,

и чтобы при разработкѣ, по соглашенію съ Управленіемъ Екатерининской жел. дор., подробнаго проекта желѣзнодорожнаго путепровода черезъ Кичкасскій деривaціонный каналъ была принята во вниманіе желательность уменьшенія пролета путепровода, насколько это окажется возможнымъ безъ стѣсненія судоходства и сплава.

Подписалъ: Членъ Инженернаго Совѣта *Э. Гершельманъ.*

# ДОКЛАДЪ

ЧЛЕНА

## ИНЖЕНЕРНАГО СОВѢТА

Министерства Путей Сообщенія дѣйств. ст. сов. Г. К. Мерчинга.

*2 апрѣля 1912 г.*

**По проекту использованія силы теченія р. Днѣпра при проектированіи шлюзованія его порожистой части.**

Внесенный на обсужденіе Инженернаго Совѣта Управленіемъ Внутреннихъ Водныхъ Путей и Шоссейныхъ Дорогъ проектъ шлюзованія порожистой части р. Днѣпра сопровождается проектными предположеніями, разработанными въ видѣ эскиза, использованія посредствомъ электричества механической энергіи р. Днѣпра въ этой его части, каковая энергія, благодаря сосредоточенію паденія уровня воды преимущественно у шлюзовъ, можетъ быть утилизируема въ нѣсколькихъ центральныхъ пунктахъ у пороговъ. Затѣмъ эта энергія, обращаемая въ электрическую, можетъ быть передаваема въ потребительные центры и тамъ продаваема. Такимъ образомъ проектъ предвидитъ, независимо отъ улучшенія судоходныхъ условій р. Днѣпра, воспользоваться рѣкою, какъ источникомъ значительнаго дохода для Государственнаго Казначейства, а также для доставленія мѣстной промышленности дешевой двигательной силы. Подобно тому какъ проектъ гидротехническій, такъ и эскизный проектъ электротехническій представленъ въ 2 варіантахъ: первоначальный, разработанный инж. Юскевичемъ на основаніи гидротехническаго проекта инж. Рундо, и измѣненный чинами Кіевскаго Округа п. с. въ механической части, касающейся Сурской (Лоханской) станціи, а также расположенія въ планѣ всѣхъ станцій. Въ виду сего проектъ инж. Юскевича подлежитъ разсмотрѣнію во всѣхъ его основныхъ частяхъ, кромѣ тѣхъ, въ которыхъ проектъ Кіевскаго Округа видоизмѣненъ противъ первоначальнаго. Наконецъ, представляется повидимому желательнымъ, независимо отъ разсмотрѣнія представленныхъ проектовъ въ указанныхъ рамкахъ, выяснить также вообще вопросъ, насколько по сравненію съ существующими заграничными установками и практическимъ опытомъ предположенія попутнаго съ улучшеніемъ судоходныхъ свойствъ рѣки использованія ея силы, представляются оправданными и цѣлесообразными, съ чисто технической (при данномъ напорѣ и расходѣ воды), техническо-экономическомъ (условія сбыта получаемой энергіи, въ за-

висимости отъ разстоянія мѣста сбыта отъ ея добычи) и, наконецъ, экономической (стоимость установки на единицу энергіи и стоимость эксплоатаціи на ту же единицу). Поэтому докладчикомъ будутъ разсмотрѣны вопросы:

1) Цѣлесообразность общей схемы проекта использованія энергіи р. Днѣпра.

2) Основныя проектныя предположенія эскизнаго проекта инж. Юскевича.

3) Варіантъ использованія энергіи чиновъ Кіевскаго Округа п. с.

## I.

Согласно обоимъ варіантамъ общая схема использованія силы теченія р. Днѣпра представляется въ слѣдующемъ видѣ. Въ четырехъ мѣстахъ рѣки, у плотинъ Сурской, (Лоханской), Ненасытецкой, Волнигской (Федоровской) и Вильной сосредоточены подпоры, которые въ зависимости отъ времени года мѣняются въ указанныхъ ниже предѣлахъ:

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Сурская (Лоханская) . . | I вар. | напоры | 4,03 м.—5,86 м.; | II вар. | 1,13 (1,9) | —2,90 м. |
| Ненасытецкая . | » | » | 5,85 » —8,76 » | » | 5,82 | —8,94 » |
| Волнигская (Федоровская). | » | » | 4,61 » —9,08 » | » | 5,85 | —9,24 » |
| Вильная . . . | » | » | 3,24 » —8,23 » | » | 3,69 | —8,60 » |
| Общій утилизируемый нап. . | | | 17,73 м.—31,93 м. | | 16,49 | —29,68 м. |

Наименьшій расходъ воды используемой для утилизаціи при низкой водѣ принятъ въ обоихъ варіантахъ 340 куб. метр. въ секунду, наибольшій же при высокой водѣ, въ первомъ варіантѣ на Вильной плотинѣ 864 м. з., во второмъ на Лоханской 872 м. з. Такъ какъ по продольнымъ профилямъ по первому варіанту разность отмѣтокъ между верхнимъ бьефомъ первой по теченію Сурской плотины и нижнимъ бьефомъ послѣдней составляетъ при высокой водѣ 64,90 м.—39,55 м.=2,35, а при низкой водѣ 60,61 м.—27,51=33,10 м., то нетрудно вычислить, что проектируемыми по первому варіанту сооруженіями использовывается при высокой водѣ $\frac{17,73\ м.}{27,35\ м.}=64\%$ существующаго напора въ шлюзуемой части рѣки, при низкой водѣ $\frac{31,93\ м.}{33,10\ м.}=97\%$.

Для второго варіанта полная разность горизонтовъ въ шлюзованной части составляетъ для высокой воды 28,85 с.—17,73 с.=11,08 с.= =23.6 метра, для низкой воды 29,96 с.—12,97 с.=14,93 с.—31,9 м., а потому % используемыхъ напоровъ по второму варіанту будетъ

при высокой водѣ $\frac{16,49 \text{ м.}}{23,6 \text{ м.}}=70\%$ наличнаго напора

» низкой » $\frac{29,68 \text{ м.}}{31,9 \text{ м.}}=93\%$ » »

(Такъ какъ, однако, фактически по второму варіанту тюрбины начинаютъ работать (см. III часть) лишь при напорѣ 1,9 м., а не 1,13, въ высокую воду, то отношенія утилизируемаго напора къ наличному будутъ менѣе выгодны, чѣмъ 70%). Абсолютная шкала захватываемыхъ напоровъ во второмъ варіантѣ въ виду пониженія гребня Лоханской плотины для незатопленія Екатеринослава также меньше чѣмъ въ первомъ варіантѣ, а именно для высокихъ водъ меньше на 27,35— —23,16=3,75 м., а для низкой воды 33,1 м.—31,9 м.=на 1,2 м.

Такимъ образомъ въ обоихъ проектахъ утилизируется въ высокую воду около ²/₃ наличнаго на порогахъ напора, а въ низкую до ¹⁹/₂₀, остальное же расходуется на движеніе воды въ бьефахъ.

Обращаясь къ полученной энергіи, таковая въ круглыхъ цифрахъ опредѣляется:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| На Лоханской | ст. . | по I вар. | 19,9 т. лош. с., | по II— | 9,9 т. л. с. |
| » Ненасытецкой | » . | » » | 29,8 » » » | » — | 30,4 » » » |
| » Волнигской (Федоровской) | » . | » » | 30,9 » » » | » — | 31,4 » » » |
| » Вильной | » . | » » | 28,0 » » » | » — | 29,2 » » » |

Итого по I вар. 108,6 т. лош. с., по II—100,9 т. л. с.

Въ круглыхъ, значитъ, цифрахъ по второму варіанту на 8 тыс. лош. силъ меньше.

Что касается смѣтныхъ предположеній, то, хотя таковыя и не подлежатъ разсмотрѣнію Инженернаго Совѣта, но такъ какъ они все-таки служатъ для характеристики проектовъ, то мы приводимъ здѣсь въ круглыхъ цифрахъ ихъ наиболѣе важные итоги.

Основаніемъ для экономическихъ выводовъ должны служить дополнительная техническая данность, касающаяся не только мощности станціи, но и числа отпускаемыхъ станціями въ году единицъ работочасовъ (лошадь-часовъ или килоуаттъ-часовъ). Составители проектовъ

приняли въ зависимости отъ предполагаемой загрузки станцій потребителемъ энергіи, въ году изъ 8.640 часовъ, рабочихъ часовъ 5.400—6.800. Сообразно съ этимъ, общее количество выработанныхъ въ году лошадь-часовъ на первичныхъ станціяхъ составитъ въ I варіантѣ 624 милл. лошадь-часовъ, во II соотвѣтственно меньше (около 560 милл. лош.-часовъ).

Стоимость сооруженія по первому варіанту исчисляется въ круглыхъ цифрахъ въ 30,9 милл. руб. (въ этомъ стоимость линіи передачи 5,5 милл. руб. а съ 10% на непредвидѣнные расходы и надзоръ 6 милл. руб.), по второму же варіанту выше 33,5 милл. руб. (увеличеніе стоимости вызвано съ одной стороны болѣе дорогими тихоходными механизмами въ зависимости отъ малаго напора на Лоханской станціи, а затѣмъ главнымъ образомъ новымъ расположеніемъ станціи во II варіантѣ, необходимостью устройства подводящихъ каналовъ, дамбъ и проч.). Вычитывая стоимость линіи передачи (6 милл. руб.), имѣемъ стоимость сооруженій вмѣстѣ съ подстанціями на мѣстахъ потребленія, но безъ стоимости передачи, которая зависитъ отъ разстоянія:

По I вар. 24,9 милл. руб. на 108,6 тыс. силъ, на силу около 230 руб.
По II » 27,5 » » » 100,9 » » » » » 270 »

Вмѣстѣ съ расходами на линію передачи стоимость обоихъ варіантовъ на силу будетъ:

I-го . . . 30,9 милл. руб. или на силу около 280 руб.
II-го . . . 33,5 » » » » » » 330 »

Наконецъ, учитывая эксплоатаціонную смѣту, а также и %% на капиталъ и амортизацію, возобновленіе и прочее, авторы ожидаютъ по первому варіанту, что себѣстоимость лошадь-часа на Сурской (Лоханской) станціи будетъ 1,01 коп., а при эксплоатаціи всѣхъ 4 станцій 0,87 коп., имѣя же въ виду, что продажная цѣна можетъ составлять, согласно заявленіямъ мѣстныхъ заводовъ 2 коп. за лошадь часъ, получается чистая прибыль, которая по расчету проектирующаго составитъ на затраченный капиталъ для Сурско-Лоханской плотины 15,5%, другихъ 26,5%, а всѣхъ въ среднемъ 20,0%.

По второму варіанту, бладаря невыгодной работѣ малонапорныхъ тюрбинъ Лоханской станціи, эти результаты представляются болѣе невыгодными. Себѣстоимость лошадь-часа на Лоханской плотинѣ 1,75 коп., на другихъ отъ 0,81 до 1,03 коп. Соотвѣтственно съ этимъ на Лоханской плотинѣ прибыль на затраченный капиталъ соста-

вляетъ лишь 2,1%, на остальныхъ отъ 14,3 до 22,6%. Вслѣдствіе сего, не устраивая сооруженій на Лоханской плотинѣ по 1 варіанту, казна теряетъ при 6000 часахъ рабочихъ въ году:

A. Отъ неиспольз. ок. 10,000 сил. 10.000 (6.000) (2—1) = 600.000 р.
» невыг. использ. 10.000 » 10.000 (6.000) (1,75—1) = 450.000 р.

Въ суммѣ въ годъ ок. 1 милліона рублей, что отвѣчаетъ капиталу въ 20 милліоновъ рублей.

Изложенное выше представляетъ общую картину выводовъ, къ которымъ приходятъ авторы обоихъ варіантовъ. Согласно приведенному раньше общему плану доклада, прежде чѣмъ войти въ разсмотрѣніе подлежащихъ обсужденію Инженернаго Совѣта деталей обоихъ варіантовъ, необходимо выяснить, насколько отвѣчаютъ общія проектныя предположенія той практикѣ, которая установилась за границею для подобнаго рода сооруженій.

Основнымъ характернымъ признакомъ Днѣпровскаго проекта слѣдуетъ признать использованіе сравнительно низкихъ напоровъ (отъ около 3 до около 9 метр., въ обоихъ варіантахъ, не считая еще болѣе низкихъ на Лоханской плотинѣ второго варіанта) при сравнительно большихъ расходахъ воды (340—800 куб. метр. въ секунду). Хотя въ заграничной практикѣ при использованіи водныхъ силъ естественно преобладаютъ болѣе значительные напоры, которые характеризуютъ обыкновенно горныя рѣки, въ нѣсколько десятковъ метровъ до 1 даже версты (Иври въ Швейцаріи), но тѣмъ не менѣе имѣется цѣлый рядъ вполнѣ удовлетворительно работающихъ установокъ при напорахъ, принятыхъ въ Кіевскихъ проектахъ.

Наиболѣе типичными и подходящими къ Днѣпровскимъ условіямъ (съ механической точки зрѣнія) являются:

1) Станція на Рейнѣ около Базеля въ Рейнфельденѣ имѣетъ напоры, мѣняющіеся въ предѣлахъ 3,20 м. до 4,50 м. при соотвѣтственномъ измѣненіи расхода отъ около 600 к. м. въ секунду до 370 к. м. Все количество вырабатываемой энергіи составляетъ 16.800 силъ.

2) Станція въ Шеврѣ на Ронѣ около Женевы, при напорахъ 4,3 м.—8,5 м., развивающая энергіи до 14.000 силъ.

3) Станція въ Бецнау на Аарѣ имѣетъ перемѣнные напоры отъ 3,2 м. (высокія воды) до 6 метр., на 11.000 силъ.

4) Станція въ Гагнекъ въ Швейцаріи на Аарѣ 5,8 м. до 7,30 м., 6.500 силъ.

5) Станція Упенборна въ Изарѣ около Мюнхена при напорахъ 7,58—8,50 и расходахъ 70—30 к. м. мощностью до 6.000 силъ.

6) Станція въ Вангенѣ въ Швейцаріи, отъ 6,31 м, до 9,27 м. мощностью отъ 6.400 до 10.550 силъ.

Такимъ образомъ въ настоящее время въ Западной Европѣ существуетъ рядъ гидроэлектрическихъ станцій по техническимъ условіямъ напора и расхода близкимъ къ станціямъ предлагаемымъ по обоимъ варіантамъ Днѣпровскаго проекта. Аналогіи только нѣтъ для малонапорной станціи Лоханской второго варіанта, но относительно ея болѣе подробностей и заключеніе наше будетъ изложено въ 3-ей части сего доклада.

На основаніи приведенныхъ выше данныхъ заграничной практики можно, значитъ, признать общую схему каптажа энергіи обоихъ варіантовъ практически исполнимою.

Если же обратиться къ экономическимъ даннымъ заграничной практики, то мы можемъ здѣсь привести нижеслѣдующія данныя относительно стоимости сооруженія гидроэлектрическихъ станцій примѣрно въ аналогичныхъ съ Днѣпровскими условіяхъ.

Полученныя, однако, стоимости относятся ко всѣмъ расходамъ на сооруженіе, т. е. и на постройки гидротехническія. Поэтому для сравненія съ цифрами нашихъ смѣтъ, необходимо учесть это обстоятельство.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Станція въ Рейнфельденѣ. | 17.000 силъ, | стоимость на силу | | 92 руб. |
| » Эглизау . . . . | 11.600 » | 4 метр. | напоръ | 220 » |
| » Бецнау . . . . | 11.000 » | 4 метр. | » | 380 руб. |

Какъ видно цифры заграничной практики варьируютъ въ широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій (100—400 руб.). Для обоихъ нашихъ варіантовъ соотвѣтственная стоимость была около 300 руб., но для сравненія необходимо сюда добавить еще стоимость гидротехническихъ сооруженій, которыя составляютъ въ I варіантѣ 23 до 27 милл. руб., во II-мъ—31 милл. руб. Вводя эти цифры въ стоимость получаемой лошадь-силы, получаются для сравненія съ заграничными результаты порядка 600 руб. на установленную силу, что, однако, имѣя въ виду сравненіе нашихъ условій съ заграничными, не слѣдуетъ считать особенно преувеличеннымъ (на 50% дороже наиболѣе дорогихъ соотвѣтственныхъ заграничныхъ установокъ).

Для приведенныхъ выше станцій у насъ не имѣется данныхъ, чтобы выдѣлить стоимость гидротехническихъ сооруженій, которая при этомъ мѣняется въ широкихъ предѣлахъ въ зависимости отъ длины подводящаго канала. Безъ плотины каналъ составляетъ около

$25^0/_0$ всѣхъ расходовъ малонапорной станціи въ Норвегіи. Хотя Норвежскія станціи очень дешевыя, но для сравненія можно указать стоимость этой станціи безъ плотины около 100 руб. на силу.

Послѣдній вопросъ, который необходимо выяснить при разсмотрѣніи общей схемы проекта, касается того, находится ли потребность энергіи въ такомъ разстояніи отъ мѣста ея каптажа, что при нынѣшнемъ состояніи электротехники передача энергіи на такое разстояніе представляется технически возможною и экономически выгодною. При составленіи проекта собранъ въ этомъ отношеніи богатый матеріалъ, который показываетъ, что, если изъ середины шлюзованной части (разстояніе отъ Сурской до Вильной плотины по первому варіанту 45 километровъ) описать кругъ радіусомъ 50 километр., то въ зонѣ описанной этимъ радіусомъ концентрируются всѣ наиболѣе крупные будущіе потребители энергіи (Екатеринославль, Нижне-Днѣпровскъ, Запорожье), гдѣ находятся заводы общей мощностью до 110 тыс. силъ, могущіе, значитъ, одни для себя использовать весь наличный запасъ энергіи. Всѣ другіе потребительные центры имѣютъ уже второстепенное значеніе. Въ виду сего можно признать, что проектируемая установка вполнѣ обезпечена потребителями въ сравнительно даже незначительномъ разстояніи электрической «досягаемости».

Въ виду изложенныхъ выше общихъ соображеній, докладчикъ приходитъ къ заключенію, что «общая схема намѣченной электрификаціи водной силы Днѣпровскихъ пороговъ по обоимъ варіантамъ ихъ шлюзованія представляется практически осуществимой и возможной».

## II.

Приступая къ разсмотрѣнію эскизнаго проекта инженера Юскевича, являющагося первымъ варіантомъ рѣшенія задачи использованія энергіи Днѣпровскихъ пороговъ, необходимо замѣтить, что проектъ этотъ въ своихъ основныхъ заданіяхъ главнымъ образомъ разнится отъ варіанта Кіевскаго Округа п. с. въ отношеніи заданія для Сурской станціи. Такъ какъ этотъ послѣдній проектъ и является внесеннымъ въ Инженерный Совѣтъ Управленіемъ в. в. п. и ш. д., то проектъ инж. Юскевича подлежитъ нынѣ разсмотрѣнію Совѣта лишь въ тѣхъ своихъ частяхъ, которыя безъ измѣненія вошли въ проектъ Кіевскаго Округа, а именно главнымъ образомъ его чисто электрическая часть, основанія расчета тюрбинъ и затѣмъ общая схема расположенія каптажа, которая безъ измѣненія принята Округомъ. Къ разсмотрѣнію поэтому этихъ вопросовъ нынѣ обратимся.

По сказанному проекту всѣ четыре электрическихъ генераторныхъ станціи соединены въ одну общую цѣпь, по которой энергія передается къ центральному распредѣлительному пункту («раздѣльная будка») у Екатеринослава въ разстояніи $5^1/_2$ верстъ отъ этого города. Здѣсь первичная линія развѣтвляется: одна вѣтвь ея направляется къ потребительному центру на ст. Запорожье (въ разстояніи 27 кил. отъ раздѣльной будки), а другая сначала къ Екатеринославу, а затѣмъ черезъ мостъ на Днѣпрѣ къ Нижнеднѣпровской подстанціи. Для передачи энергіи выбранъ первичный трехфазный токъ, съ напряженіемъ (между фазами) до 67 тыс. вольтъ съ 50 періодами въ секунду. Это напряженіе слѣдуетъ признать въ настоящее время опытомъ европейскихъ центральныхъ станцій оправданнымъ и не вызывающимъ возраженій. Въ потребительныхъ пунктахъ, которыхъ, какъ уже сказано въ проектѣ, предвидѣно три (Запорожье, Екатеринославъ и Нижнеднѣпровскъ, причемъ на нихъ предполагается передавать соотвѣтственно 20—23 и 23 тыс. килоуаттовъ) первичное напряженіе трансформатора понижается до 5.000 вольтъ. На четырехъ генераторныхъ станціяхъ у плотинъ установлены тюрбины Френсиса съ вертикальною осью, трехэтажныя, наиболѣе отвѣчающія существующимъ тамъ незначительнымъ напорамъ. Алтернаторы (генераторы перемѣннаго тока) насажены непосредственно на ось тюрбинъ и развиваютъ напряженіе въ 5 тыс. вольтъ, которое затѣмъ тутъ же на станціяхъ въ трансформаторахъ повышается до нормальнаго линейнаго. Такое расположеніе слѣдуетъ признать вполнѣ правильнымъ, такъ какъ выборъ болѣе высокихъ напряженій у первичныхъ альтернаторовъ вызвалъ бы значительное ихъ вздорожаніе.

Мощность силовыхъ аггрегатовъ выбрана по возможности наибольшая, которая встрѣчается въ заграничной практикѣ для напоровъ близкихъ къ Днѣпровскимъ, въ 3.000, 2.500 и 2.000 силъ. Вопросъ объ окончательномъ выборѣ мощности тюрбинъ связанъ какъ съ смѣтными предположеніями,—чѣмъ мощнѣе тюрбина, тѣмъ дороже особенно фундаментъ подъ нею,—такъ и съ колебаніями напора на станціяхъ, поэтому авторъ проекта представляетъ свое рѣшеніе какъ одно изъ возможныхъ, основанное на предложеніяхъ одной изъ фирмъ, что, конечно, не исключаетъ возможности при окончательной разработкѣ проекта измѣнить еще въ нѣкоторыхъ предѣлахъ этотъ его элементъ. Во всякомъ случаѣ, въ проектѣ дается рѣшеніе, позволяющее независимо отъ колебаній напора и расходовъ поддержать весь годъ на генераторныхъ станціяхъ приблизительно постоянную отдачу энергіи; но такъ какъ тюрбины при болѣе значительныхъ из-

мѣненіяхъ напора начинаютъ работать при большихъ колебаніяхъ мощности при невыгодномъ коэффиціентѣ полезнаго дѣйствія, то на Волнигской и Вильной станціи (гдѣ колебанія наиболѣе значительны) проектъ предвидитъ два типа тюрбинъ: большенапорныхъ и малонапорныхъ, причемъ эти послѣднія будутъ работать въ помощь больше напорныхъ лишь при паденіи напора, когда большенапорныя тюрбины развиваютъ лишь часть своей нормальной мощности. Вопросъ о выборѣ мощности силовыхъ единицъ составляетъ одинъ изъ самыхъ существенныхъ при детальной разработкѣ проекта, но конечно въ эскизномъ проектѣ онъ можетъ быть данъ лишь приблизительно, и въ этомъ отношеніи слѣдуетъ признать, что инж. Юскевичемъ предложено вполнѣ допускаемое рѣшеніе задачи. Детали расположенія и оборудованія тюрбинъ, расположеніе камеръ и каналовъ, регулировка притока воды и пр. отвѣчаютъ въ общемъ принятымъ на практикѣ. Мы ихъ не разсматриваемъ подробно въ виду эскизнаго характера проекта, конструктивныя детали котораго въ окончательномъ проектѣ могутъ еще подлежать значительнымъ измѣненіямъ.

Мощность (нормальная) соединенныхъ съ тюрбинами альтернаторовъ опредѣлена по той мощности, которую развиваютъ тюрбины при нопорахъ, которые по мѣстнымъ условіямъ Днѣпра, съ малыми колебаніями, держутся почти въ теченіе 9 мѣсяцевъ.

При выборѣ сказанныхъ единицъ для больше и малонапорныхъ тюрбинъ, а также для альтернаторовъ, въ высокую воду, обезпечена отдача всѣхъ четырехъ станцій въ 101 тыс. силъ. Кромѣ того, для возбужденія альтернаторовъ предвидѣны маленькія тюрбины съ соотвѣтственными генераторами для всѣхъ четырехъ станцій общею мощностью въ 1.300 килоуаттовъ или около 1.700 силъ. Такимъ образомъ при наиневыгоднѣйшихъ техническихъ условіяхъ высокой воды обезпечена отдача электрической энергіи до 103 тыс. силъ. Конечно, при низкой водѣ, если бы расходъ воды былъ достаточенъ, тѣ же аггрегаты могли бы развивать до 160 тыс. силъ.

Къ эскизному проекту приложено схематическое распредѣленіе электрическихъ устройствъ на станціяхъ и поперечный разрѣзъ самихъ станцій, которыя въ планѣ расположены глаголемъ, перпендикулярно къ корпусу, гдѣ находятся электрическіе и гидравлическіе генераторы. Зданіе 3-хъ-этажное: внизу расположены повышающіе напряженіе трансформаторы, во 2-мъ этажѣ распредѣлительная доска и выключатели, въ 3-мъ выводъ линіи наружу. Вся установка снабжена соотвѣтственными выключателями, громоотводами, приспособленіями для защиты отъ повышенія напряженія въ линіи и пр. и представляется

исполнимою, хотя, конечно, при разработкѣ детальнаго проекта придется вѣроятно пополнить и видоизмѣнить нѣкоторыя детали. Въ виду эскизности проекта этихъ подробностей мы здѣсь дальще не развиваемъ.

Получаемый отъ генераторовъ токъ направляется къ тройнымъ кольцевымъ шинамъ, въ которыя всѣ генераторы включены параллельно. Кольцо соединяется съ линейными распредѣлительными шинами, отъ которыхъ токъ уже направляется въ линію.

Передача энергіи на разстояніе изъ 4 генераторныхъ станцій на рѣкѣ къ 3 потребительнымъ подстанціямъ представляетъ существенную часть проекта. Авторъ разсчитываетъ всю потерю между валомъ тюрбины и вторичными борнами понижающихъ трансформаторовъ въ 20% причемъ 8% теряется въ генераторахъ, 4% въ трансформаторахъ, 4% въ линіи, 4% въ распредѣлительной сѣти.

Для подвѣсныхъ передаточныхъ воздушныхъ линій избраны въ проектѣ два типа проводовъ въ 90 кв. милл. и 120 кв. милл., чему отвѣчаютъ діаметры 10,7 милл. и 14,2 милл. Такъ какъ, однако, опасность отъ разсѣиванія электрической энергіи въ воздухѣ возрастаетъ съ уменьшеніемъ діаметра, то въ проектѣ предполагается искусственно увеличить діаметръ перваго типа, введеніемъ въ серединѣ пеньковой жилы, до 13,5 милл. Изъ этихъ двухъ основныхъ типовъ кабелей составлена вся передача, причемъ въ зависимости отъ количества передаваемой энергіи число отдѣльныхъ кабелей бываетъ различное отъ 6-ти—120 милл. кабелей до 11—90 милл. на линію. Если же на участкахъ отъ Ненасытецкой черезъ Сурскую къ Раздѣльной будкѣ требуется еще больше проводовъ, то устраивается уже 2 раздѣльныя линіи, на отдѣльныхъ опорахъ, съ количествомъ проводовъ или 6 по 120 милл. или 12 по 90 милл. Эти выбранныя сѣченія нѣсколько меньше того, чѣмъ требовалъ бы экономическій подсчетъ, опредѣленный по минимуму расходовъ на стоимость потери энергіи въ проводахъ и % стоимости линіи. Но при сохраненіи наиболѣе экономическаго сѣченія пришлось бы на нѣсколькихъ участкахъ строить не 2 отдѣльныхъ линіи, а 3, что повысило бы расходы на отчужденіе и мачты. Въ принятомъ предположеніи, коэффиціентъ полезнаго дѣйствія всей линіи передачи опредѣляется въ 0,96, т. е. потеря энергіи какъ уже выше упомянуто, считая всѣ линіи и, кромѣ омической, также и передачу излученіемъ энергіи въ воздухъ и черезъ изоляторы въ землю составитъ всего 4%.

По отношенію къ расчетамъ передаточной линіи необходимо замѣтить, что такъ какъ они разсчитаны, не принимая во вниманіе ем-

кости линіи и заряднаго тока, то они являются лишь приближенными. Какъ показали опыты линій, снабжающихъ Цюрихъ изъ Альбули и др., зарядный токъ имѣетъ также свое неособенно большое, но все-таки не исчезающее значеніе и поэтому при детальной разработкѣ проекта линіи должны были разсчитаны и принимая во внимаманіе емкость *). На опредѣленныя сѣченія проекта слѣдуетъ поэтому смотрѣть лишь какъ на первое приближеніе, равнымъ образомъ какъ на исчисленное паденіе напряженія вдоль линіи.

Опоры передаточныхъ линій спроектированы въ видѣ желѣзныхъ пилоновъ, на которыхъ на поперечныхъ консоляхъ посредствомъ висячихъ изоляторовъ подвѣшены электрическіе провода числомъ, какъ выше сказано, до 12 на одномъ пилонѣ. Механическое сопротивленіе проводовъ разсчитано въ предположеніи, что провода подвержены давленію вѣтра въ 125 кил. на кв. метръ проекціи провода на плоскость, перпендикулярную къ направленію вѣтра и температурѣ—20°. Вторая провѣрка сдѣлана въ предположеніи обледенѣнія, считая вѣсъ льда на погонный метръ въ килограммахъ=0,015 $q$, гдѣ $q$ сѣченіе провода въ миллиметрахъ. Эти заданія установлены союзомъ Германскихъ электротехниковъ для климатическихъ условій Германіи. При разсмотрѣніи означенныхъ основаній расчета въ Техническомъ Совѣщаніи при Управленіи в. в. п. и ш. д. отъ 12/v 1912 г., № 192, было признано, *согласно съ заявленіемъ Начальника Кіевскаго Округа п. с.*, что означенныя нормы могутъ быть признаны достаточными и для климатическихъ условій пороговъ, причемъ, однако, вѣсъ обледенѣнія долженъ быть опредѣленъ по даннымъ непосредственнаго наблюденія и при — 5°. Такъ какъ этихъ данныхъ нынѣ не представлено, то конечно, признавая принятыя Техническимъ Совѣщаніемъ нормы, какъ отвѣчающія фактическимъ климатическимъ условіямъ **) обязательными при составленіи детальнаго проекта, теперь можно ограничиться лишь разсмотрѣніемъ результатовъ подсчета по нѣмецкимъ нормамъ.

Прежде чѣмъ къ этому однако перейдемъ, повидимому небезынтереснымъ является опредѣленіе толщины ледяной оболочки, отвѣчающей нѣмецкой нормѣ. Если $q$—сѣченіе, $x$—толщина оболочки, и $d$ діаметръ провода то сѣченіе провода съ ледяною оболочкою

*) Эти послѣдніе расчеты нынѣ значительно облегчаются предложенными французскимъ инженеромъ п. с. Блонделемъ графическими методами (1909 года).

**) Въ виду заявленія знакомаго съ мѣстными условіями Начальника Кіевскаго Округа пут. сообщ.

$q_1 = \frac{\pi}{4} . (d+x)^2$. А потому сѣченіе $S$ ледяной оболочки $S = q^1 - q =$ $= \frac{n}{4}(d^2 + 2dx + x^2) - \frac{nd^2}{4} = \frac{n}{4}(2dx + x^2)$.

Вѣсъ этой оболочки на пог. метръ равенъ для кв. милл. 15 граммамъ, т. е. на пог. метръ осаждается столько куб. сант. льда при сѣченіи въ $q$ кв. милл., или на пог. сант. при $q$ въ кв. сант. столько же куб. сант. Такимъ образомъ $\frac{n}{4}(2dx + x^2) = 15$, гдѣ все въ сант. или $x^2 + 2d - \frac{60}{n} = 0$; $x^2 + x2d - 19 = 0$; $x = -d \pm \sqrt{d^2 + 19}$.

При $d = 1,4$ (большой кабель) $x = 1,4 + \sqrt{21} = -1,4 + 4,6 = 3,2$ см. При $d = 1,35$ (малый кабель) получаются почти тождественные результаты.

Такимъ образомъ нѣмецкія нормы даютъ для нашихъ кабелей обледенѣніе нѣсколько больше дюйма. Насколько такая норма отвѣчаетъ мѣстнымъ условіямъ, какъ правильно въ свое время указано Техническимъ Совѣщаніемъ Управленія, можетъ рѣшить лишь непосредственное наблюденіе.

Но при принятыхъ нормахъ оказывается, по расчету автора, что напряженіе въ проводахъ въ первомъ случаѣ безъ льда составитъ 10 кил. (кв. м.) для мѣдныхъ крѣпкотянутыхъ проводовъ, со льдомъ же даже 14,68 кил. (кв. м.). Эти напряженія, особенно второе слѣдуетъ признать слишкомъ высокими и принять норму германскую приводимую ниже за предѣльную, имѣя особенно въ виду тѣ опасности, съ которыми соединенъ обрывъ провода и вызванный имъ перерывъ въ эксплоатаціи, а также неопредѣленность кламатическихъ нормъ. Крайній предѣлъ, допускаемый въ Германіи 12 килл. на кв. мм. при разрывномъ усиліи не меньше 40 килл. на кв. мм.

Пилоны, которыхъ въ зависимости отъ числа поддерживающихъ проводовъ принято въ проектѣ два типа, болѣе сильный и болѣе легкій, расчитаны въ предположеніи, что всѣ провода одного пролета оборваны, а другого покрыты льдомъ по принятой нормѣ и при 5° С. Такой способъ расчета при оборванныхъ проводахъ съ одной стороны вполнѣ правиленъ. Несоблюденіе этого условія вызвало зимою 1908/9 г. на линіи Альбули-Цюрихъ, какъ сообщено докладчику на мѣстѣ, опрокидываніе цѣлаго ряда пилоновъ одинъ за другимъ и перерывъ дѣйствія. Но при такомъ расчетѣ давленіе на грунтъ достигаетъ до 1,85 килгр. стм$^2$, и напряженіе матеріала принято отъ 12 до $12^1/_2$ кил. на кв. мм., что Техническимъ Совѣщаніемъ признано излишне высокимъ, съ чѣмъ надо согласиться. Техническое Совѣщаніе

признало также необходимымъ, чтобы коэффиціентъ сопротивленія опрокидыванія пилоновъ былъ не меньше 2, къ чему докладчикъ присоединяется.

Пилоны 2 типовъ, о которыхъ изложено, будутъ расположены въ прямыхъ частяхъ пути. Длина пролетовъ 70 и 75 м. Ихъ высота 12,5 и 11,5 метра вѣсъ 3,7 и 3,35 тонны. Въ криволинейныхъ частяхъ, при пересѣченіи путей мачты-пилоны предполагаются усиленнаго типа, но ихъ проектъ не разработанъ. Наконецъ переходы черезъ Днѣпръ не разработаны также детально.

Закончивъ такимъ образомъ разсмотрѣніе эскиза инж. Юскевича въ его деталяхъ, съ указанными выше нашими замѣчаніями, необходимо нынѣ обратиться къ нѣкоторымъ общимъ замѣчаніямъ, касающимся проекта въ его цѣломъ.

Хотя авторъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ проекта глухо упоминаетъ, что получаемая на потребительныхъ 3 станціяхъ энергія (въ Нижнеднѣпровской, Запорожской и Екатеринославской), послѣ пониженія линейнаго напряженія въ трансформаторахъ до 5.000 вольтъ будетъ еще разъ для потребленія и продажи подлежать трансформаціи до употребительнаго на практикѣ напряженія, но онъ нигдѣ не оговаривается, чьимъ распоряженіемъ это будетъ дѣлаться и предполагается ли энергію по цѣнѣ 2 коп. за лошадь-часъ продавать абонентамъ при 5.000 вольтъ или же при пониженномъ потребительскомъ напряженіи. Такъ какъ цѣна 2 коп. опредѣлена на основаніи заводскихъ заявленій, очевидно имѣвшихъ въ виду потребительское напряженіе (100 вольтъ или 200 или около этого), то ясно, что и эта повторная трансформація должна дѣлаться распоряженіемъ и на счетъ казны. Если это такъ, то во всѣ предыдущія стадіи проекта и особенно въ смѣту должны быть введены повторныя трансформаторныя станціи съ соотвѣтственными зданіями, эксплоатаціонною смѣтою и распредѣлительною сѣтью. Первичныя три трансформаторныя потребительныя подстанціи стоютъ со зданіями до 2 милл. руб., а съ непредвидѣнными расходами и на надзоръ до 2,2 милл. руб. Конечно трудно сказать, что столько же будутъ стоить и вторичныя трансформаторныя подстанціи. Съ одной стороны ихъ изоляція будетъ дешевле, но мѣди въ нихъ будетъ больше и прибываетъ распредѣлительная сѣть. Грубо говоря, во всякомъ случаѣ, эта поправка составитъ вѣроятно величину порядка около 2 милл. руб., и соотвѣтственными проектными и смѣтными предположеніями необходимо проектъ пополнить.

Возраженіе, что если большинство энергіи будетъ продаваться большимъ заводамъ, то они сами себѣ построютъ вторичныя станціи,

несостоятельно потому, что: 1) заводъ, для котораго не только будетъ необходимо платить за энергію, но еще затрачивать средства на приведеніе энергіи въ удобный для потребителя видъ, учтетъ свои расходы въ пониженіи цѣны энергіи, на чемъ казна только потеряетъ и 2) продажа казенной энергіи при 5 тыс. вольтъ явится запретительною для мелкаго потребителя, который не въ состояніи построить своихъ трансформаторныхъ станцій, а на котораго, какъ правильно замѣчаетъ авторъ проекта, въ первое время главнымъ образомъ расчитываетъ предпріятіе.

Изъ другихъ общихъ замѣчаній по проекту, уже сравнительно меньшаго значенія, слѣдуетъ привести еще нижеслѣдующее:

1) Указанную уже Техническимъ Совѣщаніемъ желательность имѣть паровой резервъ или вмѣсто второго комплекта малонапорныхъ тюрбинъ, или даже на потребительскихъ подстанціяхъ на возможный случай поврежденія линій передачи.

2) Въ виду того, что принятое въ проектѣ число періодовъ перемѣны тока (50 въ секунду) обусловлено главнымъ образомъ примѣненіемъ тока для освѣщенія, для моторныхъ же цѣлей достаточно 25 и даже меньше, пониженіе же числа періодовъ вліяетъ на удешевленіе линейной установки при одинаковой потерѣ въ проводахъ, а также имѣя въ виду, что, вѣроятно, вся наличная мощность скоро будетъ использована заводами для моторныхъ цѣлей, желательно было бы при разработкѣ детальнаго проекта составить смѣту въ предположеніи 25 періодовъ. Это количество періодовъ принято въ настоящее время м. пр. колоссальными станціями на Ніагарѣ и Трольгаттѣ (въ Швеціи) на основаніи опроса наиболѣе компетентныхъ спеціалистовъ.

3) Представлялось бы также желательнымъ провести двѣ линіи передачи, на которыя распадается общая передача, по возможности, не въ одномъ направленіи, а какъ это сдѣлано для передачи отъ Альбули на Цюрихъ по двумъ направленіямъ, напр., по двумъ сторонамъ р. Днѣпра, для того, чтобы линіи этимъ путемъ могли бы быть лучше защищены отъ случайныхъ поврежденій (особенно кражи).

Въ виду всего изложеннаго, докладчикъ по проекту инж. Юскевича приходитъ къ нижеслѣдующимъ выводамъ и полагалъ бы:

1) признать, что принятыя въ основаніе въ эскизномъ проектѣ инж. Юскевича главныя предположенія могутъ быть приняты и при составленіи детальнаго проекта, но съ тѣмъ, чтобы:

а) въ проектѣ было введено дополнительное устройство въ потребительныхъ центрахъ вторичныхъ подстанцій, понижающихъ напря-

женіе до отпускаемаго потребителямъ, а также соотвѣтственная распредѣлительная сѣть;

б) всѣ линіи передачи были разсчитаны, принимая во вниманіе ихъ емкость, расположенную вдоль всей линіи;

в) напряженіе въ матеріалѣ проводовъ изъ крѣпкотянутой мѣди не было выше 12 кил. на кв. м. при условіяхъ расчета указанныхъ въ постановленіи Техническаго Совѣщанія Управленія в. в. п. и ш. д., а въ стали поддерживающихъ мачтъ не свыше 10 кил. на кв. мм., равнымъ образомъ максимальное давленіе на грунтъ должно быть по возможности понижено, коэффиціентъ же сопротивленія опрокидыванію не меньше 2;

г) по всѣмъ прочимъ нормамъ должны быть соблюдены нормы, установленныя Инженернымъ Совѣтомъ по проекту комиссіи т. с. Горчакова;

ж) въ детальномъ проектѣ были предвидѣны варіанты:

аа) расчета и смѣты въ предположеніи 25 періодовъ для тока, независимо отъ варіанта на 50;

бб) паровой резервной станціи незначительной мощности или на одной изъ станцій каптажа или на потребительскихъ подстанціяхъ;

гг) проводки двухъ линій передачи отдѣльно другъ отъ друга, по возможности по 2 сторонамъ р. Днѣпра.

2) По отношенію къ смѣтѣ, признать, что таковая при обязательномъ, согласно пункту 1, введеніи въ проектъ дополнительныхъ понижательныхъ станцій и распредѣлительной сѣти, повысится примѣрно на сумму около двухъ милл. рублей.

## III.

Обращаясь нынѣ къ тѣмъ измѣненіямъ, которыя въ первоначальный проектъ инж. Юскевича внесены чинами Кіевскаго Округа п. с., въ связи съ измѣненіями гидротехническаго проекта инж. Рундо, необходимо замѣтить, что эти измѣненія касаются преимущественно вопросовъ, а именно:

1) всѣ силовыя станціи устроены отдѣльно отъ шлюзовъ на лѣвомъ берегу Днѣпра, вслѣдствіе чего необходимо было спроектировать особые подводящіе и водовыпускные каналы, а также ограждающія дамбы;

2) вслѣдствіе значительнаго сокращенія подъема воды у Сурской (Лоханской) плотины въ новомъ ея мѣстѣ расположенія совершенно измѣнились и значительно сократились утилизируемые напоры у этой плотины, что вызвало необходимость полнаго перераспредѣленія силовыхъ агрегатовъ на ней, и сокращеніе ихъ общей

мощности приблизительно на половину. Въ извѣстной мѣрѣ подверглись также измѣненію и утилизируемые напоры на прочихъ плотинахъ.

Что касается перваго измѣненія, то съ чисто механической точки зрѣнія возражать противъ него не приходится, такъ даже удобнѣе, если подводящій воду къ тюрбинамъ каналъ одновременно съ этимъ не является судоходнымъ. Но благодаря этому измѣненію на проведеніе подводныхъ и отводныхъ каналовъ, а также бассейновъ къ нимъ и дамбъ приходится предвидѣть въ смѣтѣ лишнюю сумму около четырехъ съ половиною милл. руб. *), которыя въ первоначальный проектъ не входили. Такъ какъ мотивы таковаго измѣненія расположенія входятъ въ гидротехническій проектъ, то докладчикъ ихъ здѣсь не касается.

Второе измѣненіе касается непосредственно работы силовыхъ станцій. Начнемъ съ самаго главнаго—Лоханской станціи.

По проекту инж. Рундо тюрбины работали на ней при измѣненіи напоровъ отъ 4,03 м. до 5,36 м. Нынѣ напоры мѣняются отъ 1,13 м. до 2,90 м., но использованіе ихъ механическое предположено сдѣлать лишь для шкалы напоровъ 1,9 м. до 2,9 м., т. к. при 1,9 уже аггрегатъ даетъ лишь коэффиціентъ полезнаго дѣйствія 0,60 (при 2,9 м. еще 0,75). Такимъ образомъ по видоизмѣненному проекту во все время, когда напоры колеблются (въ высокую воду) отъ 1,13 м. до 1,9 м., Лоханская станція не работаетъ вовсе. Это по приложеннымъ къ проекту графикамъ имѣетъ, впрочемъ, въ среднемъ мѣсто лишь въ теченіе какихъ-нибудь 2 недѣль, и тогда работу Лоханской станціи замѣняетъ особый резервъ въ 4 тюрбины по 2.500 установленныхъ на Ненасытецкой станціи, гдѣ въ это время имѣется (высокая вода) такой большой расходъ воды, что его хватитъ и для этой резервной установки, работающей лишь означенное непродолжительное время.

Для сравненія обоихъ варіантовъ приводимъ здѣсь оба предположенія инж. Юскевича и Кіевскаго Округа п. с.

Инж. Юскевичъ устанавливаетъ 14 тюрбинъ, которыя при опредѣленной скорости вращенія развиваютъ ему по 2.000 силъ при напорахъ въ 4,8 метра до 5,88 м., и поэтому для обезпеченія 20.000 силъ, работаютъ нормально лишь 10, а 4 служатъ запасными. Эти запасныя нужны когда напоръ падаетъ до 4,03 м., когда каждая изъ нихъ развиваетъ лишь 1.460 лош. силъ, а всѣ 14 требуемую мощность 20.000 силъ.

Варіантъ Кіевскаго Округа п. с. можетъ вслѣдствіе пониженнаго напора развить лишь до 10.000 силъ. Эти силы развиваются 10 мало-

*) Въ дѣйствительности сумма нѣсколько ниже, до 3 милл. руб., т. к. устройство бассейновъ необходимо и при прежнемъ расположеніи.

напорными тюрбинами по 1.000 силъ каждая, работающими при напорахъ отъ 2,9 до 1,9 м.

Конечно подобныя малонапорныя тюрбины, независимо отъ очень невыгоднаго коэффиціента полезнаго дѣйствія, представляются тихоходными (42,5 об. въ минуту), вслѣдствіе чего и спаренный съ ними генераторъ выходитъ тяжелымъ и дорогимъ, но если, по гидротехническимъ причинамъ, болѣе высокіе напоры получены быть не могутъ, то съ этимъ обстоятельствомъ необходимо мириться.

Въ виду такого положенія данныхъ задачи: незначительныхъ коэффиціентовъ полезнаго дѣйствія аггрегатовъ, усиленія ихъ единичной стоимости вслѣдствіе тихоходности съ одной стороны, и сокращенія на половину мощности станціи при значительныхъ расходахъ на ея сооруженіе (выше, чѣмъ при двойной ея мощности въ проектѣ инж. Юскевича и Рундо) возникаетъ существенный вопросъ, стоитъ ли вообще устраивать на Лоханской плотинѣ въ новомъ ея варіантѣ электрическую станцію. По смѣтнымъ вычисленіямъ Округа, именно эта станція будетъ давать лишь 2,1% чистой прибыли (по уплатѣ заемнаго %). Остальныя станціи дадутъ по тѣмъ же исчисленіямъ отъ 14% до 22%. Себѣстоимость энергіи на Лоханской станціи составляетъ 1,75 коп. за лошадь-часъ, когда на другихъ станціяхъ она 0,81—1,03 коп.

Но, принимая въ соображеніе, что, благодаря принятому пониженію напора на Лоханской станціи и такъ уже навсегда потеряно 10.000 силъ изъ 110 тыс. наличныхъ въ порогахъ, и что потеря этихъ вторыхъ 10 тыс. явилась бы значительнымъ убыткомъ для народнаго богатства, казалось бы желательнымъ все-таки при составленіи детальнаго проекта ввести въ него и использованіе и этой силы, причемъ Лоханская станція могла бы явиться лишь послѣднею въ постепенномъ осуществленіи проекта электрификаціи, послѣ сооруженія другихъ болѣе выгодныхъ станцій и при требованіи рынка на еще большее количество энергіи. Въ виду сего докладчикъ полагалъ бы:

Если по условіямъ гидротехническимъ не можетъ быть осуществленъ на Лоханской станціи предполагавшійся въ первомъ варіантѣ напоръ, то признать и при пониженномъ напорѣ возможность электрификаціи Лоханской плотины, при условіи, чтобы работы по этому сооруженію производились лишь во вторую очередь, когда окажется, что рынокъ не удовлетворенъ количествомъ энергіи, доставляемымъ тремя другими генераторными станціями,

Подписалъ: Членъ Инженернаго Совѣта,
Дѣйств. Стат. Сов., инженеръ, Профес. *Г. Мерчингъ.*

М. П. С.

# ИНЖЕНЕРНЫЙ СОВѢТЪ.

2 апрѣля 1912 года.

## Къ докладу профессора Мерчинга.

Выписка изъ журнала Инженернаго Совѣта отъ 28 окт., 4, 11, 18 и 25 ноября, 2, 12, 19 и 23 декабря 1909 г. и 6 мар. и 23 іюня 1910 года №№ 115—1909 г.—27—1910 г.

Слушаны доклады: Члена Совѣта, д. ст. сов. Куницкаго и исп. об. Члена Совѣта, д. ст. сов. Мерчинга по проекту техническихъ условій проектированія и сооруженія городской соединительной линіи между Имперскими и Финляндскими ж. дорогами.

Означенный проектъ внесенъ на обсужденіе Инженернаго Совѣта Предсѣдателемъ Комиссіи по выработкѣ мѣръ для улучшенія условій пассажирскаго пригороднаго движенія на линіяхъ С.-Петербургскаго желѣзнодорожнаго узла, Главнымъ Инспекторомъ Министерства Путей Сообщенія 17-го сентября 1909 г., за № 548.

*Инженерный Совѣтъ полагалъ:*

I. Одобрить прилагаемыя общія техническія указанія для составленія проекта по развитію и электрификаціи С.-Петербургскаго желѣзнодорожнаго узла съ исправленіями и дополненіями, внесенными Инженернымъ Совѣтомъ, причемъ въ § 21, согласно мнѣнія большинства, для расчета искусственныхъ сооруженій дорогъ 1-ой категоріи приняты нагрузки, предвидѣнныя циркуляромъ, отъ 15 января 1896 г. за № 753.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ ИНЖЕНЕРНАГО СОВѢТА.

За примѣненіе нагрузокъ по циркуляру № 753—1896 года высказались:

д. с. с. Кетрицъ.
" Куницкій.
" Лебединскій.
" Мерчингъ.
" Бощнякъ.

Выразили мнѣніе, изложенное въ п. II, 2:

Предсѣд. т. с. Риппасъ.
д. с. с. Гершельманъ.
" Архангельскій.
" Гонигъ.

За примѣненіе нагрузокъ по приказу № 19 1907 г. высказался: полк. Пестржецкій.

По мнѣнію представителя Военнаго Вѣдомства должны примѣняться нагрузки, указанныя въ циркулярѣ Министра Путей Сообщенія № 19, отъ 14-го февраля 1907 года *).

II. Доложить Его Высокопревосходительству Господину Министру Путей Сообщенія:

1) что по единогласному мнѣнію Инженернаго Совѣта, въ случаѣ постройки Заохтенской соединительной вѣтви, искусственныя сооруженія на разсматриваемыхъ линіяхъ могли бы быть разсчитаны не только по нагрузкамъ циркуляра № 753—1896 года, но даже меньшимъ, въ зависимости только отъ электрическихъ составовъ, въ виду того, что пропускъ проѣздовъ паровою тягою по этимъ линіямъ не понадобится, и

2) что, по мнѣнію Предсѣдательствующаго тайнаго совѣтника Риппаса, поддержанному д. с. с. Гершельманомъ, Архангельскимъ, Гонигомъ и представителемъ Военнаго Вѣдомства независимо отъ электрификаціи С.-Петербургскаго узла, Заохтенская соединительная вѣтвь должна быть осуществлена для воинскаго и товарнаго движенія, а изъ разсматриваемыхъ линій въ первую очередь должна быть построена средняя (Центральная) линія, для лиговской же линіи можетъ быть сдѣлано въ первую очередь лишь необходимое отчужденіе.

3) Настоящее заключеніе, состоявшееся по дѣлу, внесенному на обсужденіе Инженернаго Совѣта, въ силу пункта д статьи 1-ой Наказа Инженерному Совѣту, представить, на основаніи статьи 13-й того же наказа, на усмотрѣніе Господина Министра Путей Сообщенія.

На подлинномъ журналѣ положена Его Высокопревосходительствомъ Господиномъ Министромъ Путей Сообщенія 29-го августа 1910 года резолюція: «Принять изложенныя въ журналѣ заключенія во вниманіе при разработкѣ вопроса объ электрификаціи ближайшихъ къ С.-Петербургу участковъ Сѣверо-западныхъ дорогъ, для чего и передать этотъ журналъ въ Управленіе желѣзныхъ дорогъ».

Подлинный за надлежащимъ подписаніемъ.

Выписка изъ общихъ техническихъ указаній для составленія проекта по развитію и электрификаціи С.-Петербургскаго желѣзнодорожнаго узла.

§ 70. Матеріалъ проводовъ, столбы и подвѣска проводовъ. Контактные и питательные провода и провода линіи высокаго напряженія должны быть изъ твердо-тянутой мѣди. Допускается примѣненіе и аллюминіевыхъ проводовъ соотвѣтственнаго качества и сѣченія.

*) Въ томъ случаѣ, если по нимъ будетъ производиться воинское и товарное движеніе паровой тягой.

Временное сопротивленіе, предѣлъ упругости, удлиненіе, удѣльное электрическое сопротивленіе, а также сопротивленіе на скручиваніе и гнутье какъ мѣдныхъ, такъ и аллюминіевыхъ проводовъ должны отвѣчать нормамъ, которыя будутъ установлены Министерствомъ П. С. Провѣрка механическихъ и электрическихъ свойствъ матеріаловъ производится въ механической и электротехнической лабораторіяхъ Института инженеровъ п. с.

Наружная поверхность проводовъ должна быть повсюду гладкой безъ какихъ-либо неровностей и трещинъ. Въ изломѣ провода должны представлять вполнѣ однородное строеніе. Если будетъ примѣнена система подвѣски посредствомъ стальной проволоки или стального троса, то таковые должны имѣть сопротивленіе на разрывъ не менѣе 100 кгр. на одинъ кв. мм. при предѣлѣ упругости не менѣе 50 кил./мм.$^2$ и удлиненіи не менѣе 20%.

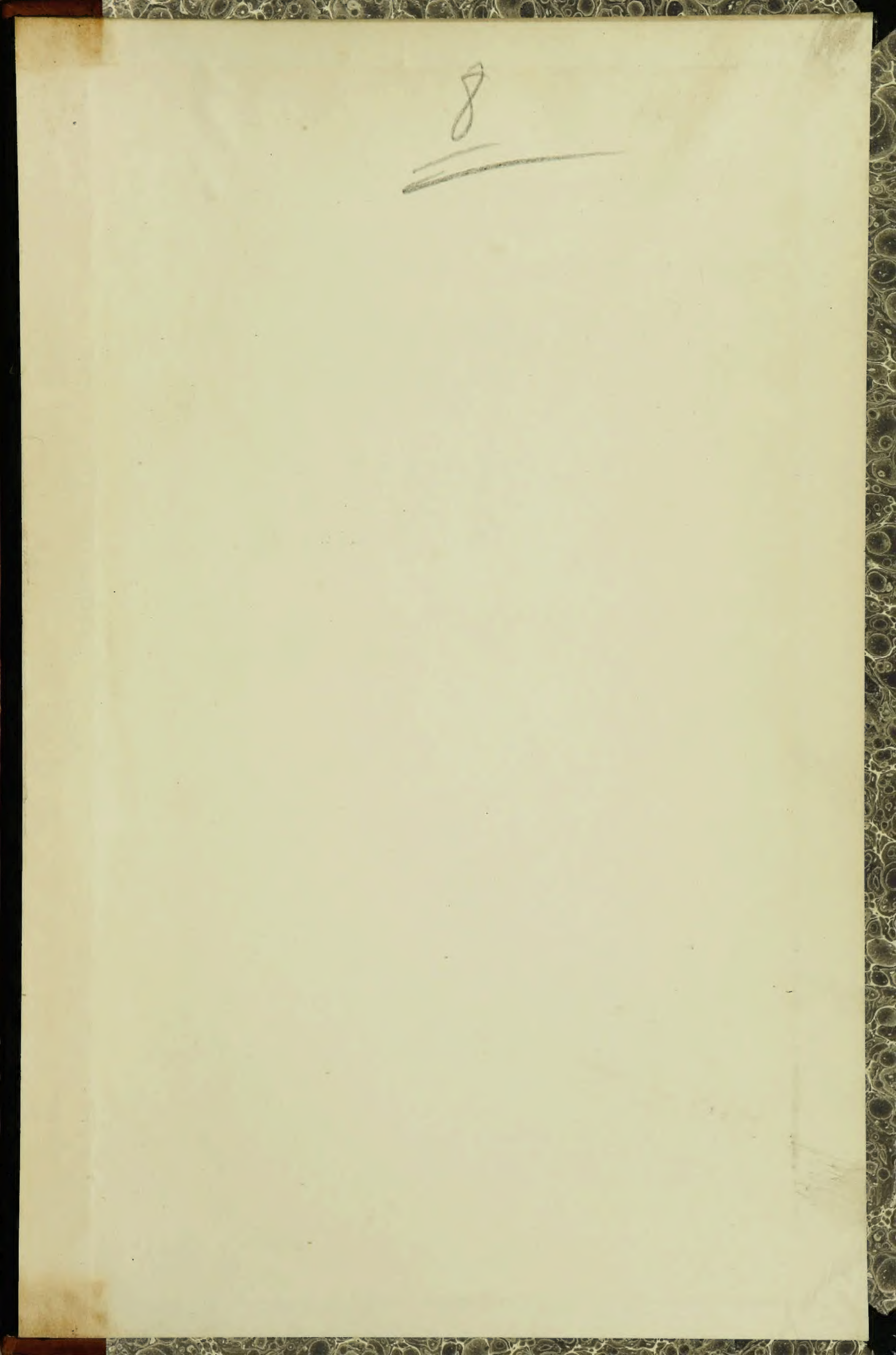
Проволока по всей длинѣ должна имѣть совершенно правильную форму и плотную массу матоваго свѣтло-сѣраго цвѣта, безъ черныхъ пятенъ и блестокъ. Стальная проволока и троссъ должны быть оцинкованы, при чемъ слой цинка долженъ плотно и равномѣрно прилегать къ проволокѣ по всей ея длинѣ и не долженъ ни трескаться, ни отпадать въ мѣстахъ скрутокъ.

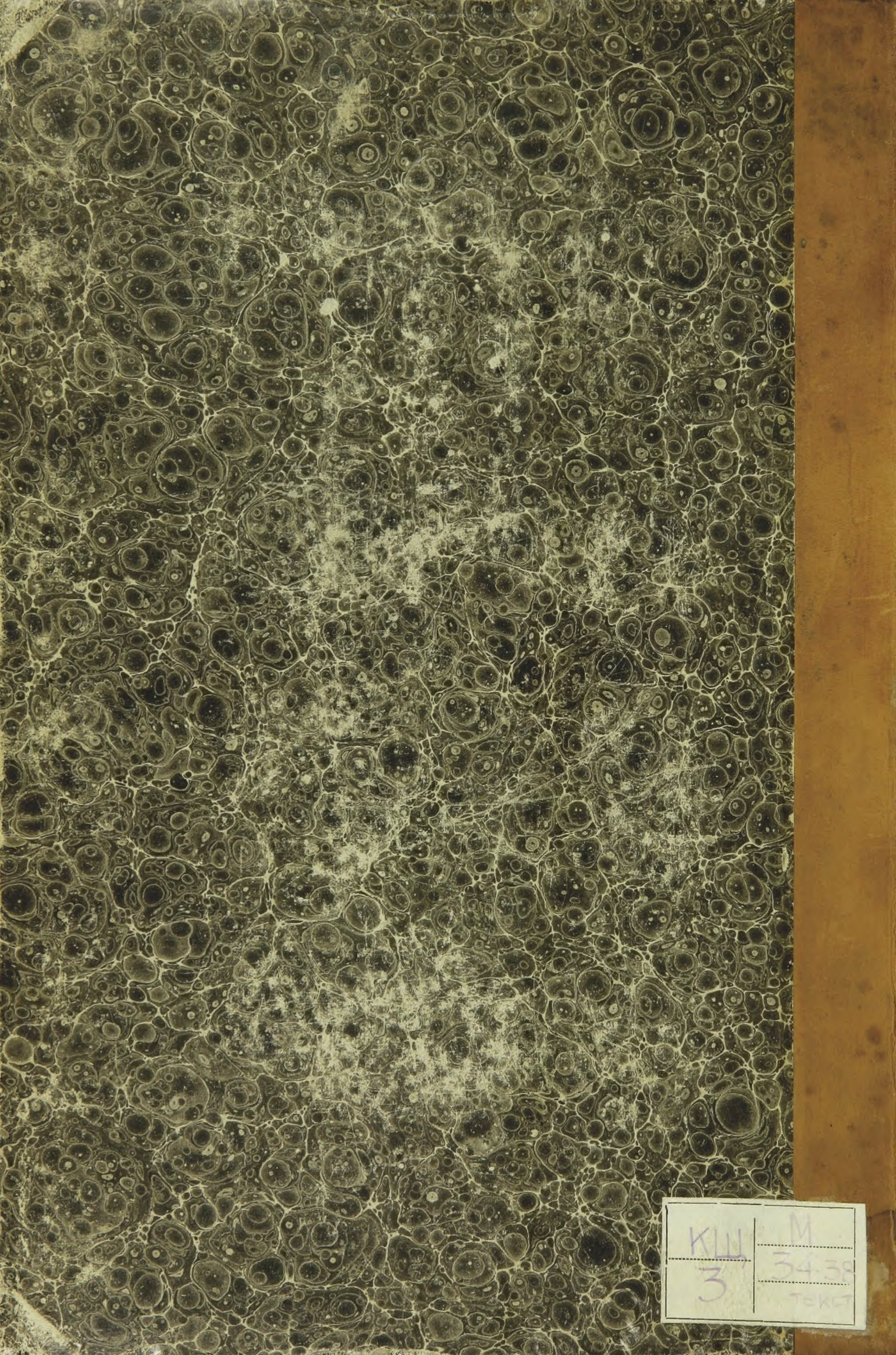
Столбы для подвѣски линейныхъ проводовъ должны быть металлическіе, клепанные, рѣшетчатые или иныхъ новѣйшихъ типовъ изъ фасонной стали или желѣза или изъ рельсовъ, или же полые цилиндрическіе, цѣльнотянутые Маннесмановскіе или составные изъ отдѣльныхъ трубъ, а также желѣзобетонные, на загородныхъ линіяхъ съ небольшимъ движеніемъ допускаются и деревянные столбы.

Сѣченія металлическихъ столбовъ должны быть такъ разсчитаны, чтобы напряженіе металла нигдѣ не превышало $1/5$ временнаго сопротивленія.

Деревянные столбы должны имѣть десятикратный запасъ прочности.

Сѣченія кронштейновъ должны быть такъ разсчитаны, чтобы напряженіе матеріала нигдѣ не превосходило $1/4$ временнаго сопротивленія.


8


КЩ
3
М
3 4·38
текст